

一般社団法人 日本鉄鋼連盟
橋梁用鋼材研究会

日本製鉄株式会社
JFEスチール株式会社
株式会社神戸製鋼所

事務局：一般社団法人 日本鉄鋼連盟
業務部 市場開発グループ
〒103-0025
東京都中央区日本橋茅場町3-2-10(鉄鋼会館)
Tel.03-3669-4815 Fax.03-3667-0245
<https://www.jisf.or.jp/business/tech/bridge/index.html>

高性能鋼の概要 (橋梁向け)



ご注意とお願い: 本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するためのものであり、「規格」の規定事項として明記したもの以外は、保証を意味するものではありません。本資料記載情報の誤った使用によって生じた損害については責任を負いかねますのでご了承ください。
(2025.03)

高性能鋼とは

鋼橋に汎用的に使用されている鋼種と比較して、強度、じん性、溶接・曲げ加工性、耐腐食性において、より優れた性能を有する鋼種、鋼材を総称して、高性能鋼といいます。

高性能鋼の一部は平成8年12月に改定された道路橋示方書から取り入れられていますが、これらに加え、橋梁への適用を検討中のもの、あるいは橋梁以外の分野で実用化されているものをご紹介します。

●鋼橋に汎用される、引張り強さ500N/mm²，600N/mm²級鋼に対して高性能化を可能にする製造技術の一つに熱加工制御圧延(TMCP)があります。TMCPとはThermo-Mechanical Control Processの略で、鋼板製造時における加熱・圧延および圧延後の冷却の各プロセスを適切にコントロールする製造技術のことです。この技術により、良好な溶接性、高強度、高いじん性などを鋼板に付与することができます。(掲載頁P.36～37)

橋梁用的高性能鋼

名 称	規 格		掲 載 頁
橋梁用高性能鋼板	SBHS400	(降伏点 400N/mm ² 以上)	2 ～ 7
	SBHS400W	(降伏点 400N/mm ² 以上、耐候性鋼)	
	SBHS500	(降伏点 500N/mm ² 以上)	
	SBHS500W	(降伏点 500N/mm ² 以上、耐候性鋼)	
	SBHS700	(降伏点 700N/mm ² 以上)	
	SBHS700W	(降伏点 700N/mm ² 以上、耐候性鋼)	

強度に関する高性能鋼

名 称	規 格		掲 載 頁
高強度鋼	HT690	(引張強さ 690N/mm ² 以上)	8 ～ 9
	HT780	(引張強さ 780N/mm ² 以上)	
	HT950	(引張強さ 950N/mm ² 以上)	
降伏点一定鋼 (板厚 40mm 超)	SM400C	(降伏点 215N/mm ² 以上)	10 ～ 11
	SM490C	(降伏点 295N/mm ² 以上)	
	SM520C *	(降伏点 335N/mm ² 以上)	
	SM570 **	(降伏点 430N/mm ² 以上)	
	SMA400CW	(降伏点 215N/mm ² 以上)	
	SMA490CW	(降伏点 335N/mm ² 以上)	
	SMA570W **	(降伏点 430N/mm ² 以上)	
狭降伏点レンジ鋼	SN400	(降伏点レンジ 120N/mm ²)	12 ～ 13
	SN490	(降伏点レンジ 120N/mm ²)	
	SA440	(降伏点レンジ 100N/mm ²)	
低降伏比鋼	SN400	(降伏比＝降伏点 / 引張強さ ≤ 80%)	14 ～ 15
	SN490	(降伏比＝降伏点 / 引張強さ ≤ 80%)	
	SA440	(降伏比＝降伏点 / 引張強さ ≤ 80%)	
低降伏点鋼	LY100	(降伏点 100N/mm ² 級鋼)	16 ～ 17
	LY225	(降伏点 225N/mm ² 級鋼)	
極厚鋼板	道路橋示方書の規格を超える板厚範囲において強度・じん性の優れた鋼板		

* 75—100mm：325N/mm² 以上
** 75—100mm：420N/mm² 以上

じん性・溶接性に関する高性能鋼

名 称		規 格		掲 載 頁
高じん性鋼	①冷間曲げ加工			18 ～ 19
	シャルピー吸収エネルギー*	冷間曲げ加工半径 (t：板厚)		
	vE ≧ 150J	⇒	7t 以上	
	vE ≧ 200J	⇒	5t 以上	
	②寒冷地における要求仕様を満足する鋼材			
予熱低減鋼	道路橋示方書の標準 P _{CM} より低い値を規定した鋼材			20
大入熱溶接対策鋼	大入熱溶接に適用可能な鋼材			21
耐ラメラテア鋼	Z15, Z25, Z35 (板厚方向の絞り値を保証した鋼材)			22 ～ 23

* JIS 規定試験温度での値

耐腐食性・その他に関する高性能鋼

名 称	規 格		掲 載 頁
耐候性鋼	SMA400W	SBHS400W	24 ～ 26
	SMA490W	SBHS500W	
	SMA570W	SBHS700W	
塗膜下耐食鋼	普通鋼に比べ塗装欠陥部からの腐食進展を抑制することが可能な鋼材		27
亜鉛めっき用鋼	亜鉛めっき焼け、亜鉛めっき割れを抑止する鋼材		28 ～ 29
ステンレス鋼	SUS304	(0.1%耐力 235N/mm ² 以上、引張強さ 520N/mm ² 以上)	30
	SUS316	(0.1%耐力 235N/mm ² 以上、引張強さ 520N/mm ² 以上)	
	SUS304N2	(325N/mm ² ≤ 0.1%耐力 ≤ 440N/mm ² 、引張強さ 690N/mm ² 以上)	
クラッド鋼	ステンレスクラッド鋼	(母材：普通鋼＋合せ材：ステンレス)	31
	チタンクラッド鋼	(母材：普通鋼＋合せ材：チタン)	
LP 鋼板 (テーパプレート)	最大板厚差 25 - 30mm、最大勾配 4mm/m、全長 6 - 25m		32 ～ 33
橋梁用高強度ワイヤ	ST1770 (引張強さ 1770N/mm ² 以上)、ST1960 (引張強さ 1960N/mm ² 以上)		34 ～ 35

SBHS (橋梁用高性能鋼板)

概要

SBHS (Steels for Bridge High Performance Structure) は、鋼橋の建設コスト縮減のために産学連携研究プロジェクトの成果に基づき開発された高性能鋼板です (JIS G 3140)。

SBHSは、従来の490N/mm²、570N/mm² 級および780N/mm² 級高張力鋼と比較して**強度・じん性および溶接性**において、より優れた性能を有しています。

SBHSの特長をご理解いただき、この新鋼材を有効に活用すれば、**設計および製作の面で合理化**を達成できます。

特長

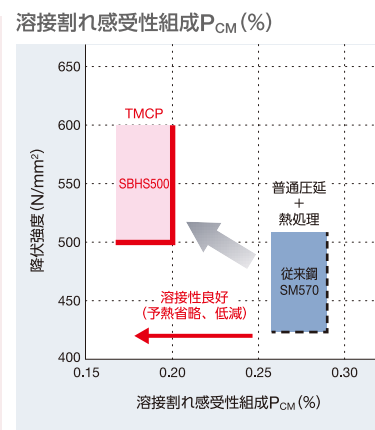
高強度と加工性・溶接性をTMCP技術の適用により両立させた橋梁用高性能鋼板 (TMCP技術については、P.36～37をご覧ください。)

■従来鋼よりも降伏強度を向上

- ・490N/mm²級 [SBHS400 (W)] : 降伏強度 10 ～ 23%アップ (+35 ～ 75N/mm²)
- ・570N/mm²級 [SBHS500 (W)] : 降伏強度 9 ～ 19%アップ (+40 ～ 80N/mm²)
- ・780N/mm²級 [SBHS700 (W)] : ほぼ同等 2 ～ 5%アップ (+15 ～ 35N/mm²)

■加工性・溶接性が従来鋼よりも優れ、予熱省略、予熱温度低減が可能

- ・490N/mm²級 [SBHS400 (W)] : 予熱不要
- ・570N/mm²級 [SBHS500 (W)] : 予熱不要
- ・780N/mm²級 [SBHS700 (W)] : 予熱温度低減 (100 ～ 120℃ → 50℃)



鋼重削減および施工コスト低減への寄与大

■東京ゲートブリッジでの効果 (関東地方整備局 テクノアングル No.38、2005.10. 6)

- 鋼材重量削減 : 約 3% ○ 材料製作費削減 : 約12%

板厚50mmの例

特性		490N/mm ² 級鋼		570N/mm ² 級鋼		780N/mm ² 級鋼		
		SBHS400・SBHS400W	従来鋼 (SM490Y・SMA490W)	SBHS500・SBHS500W	従来鋼 (SM570・SMA570W)	SBHS700	SBHS700W	従来鋼 (HT780*)
強度	降伏点 (N/mm ²)	≥400	≥335	≥500	≥430	≥700	≥700	≥685
	降伏点一定	○	△	○	△	○	○	△
加工性	高じん性	○	△	○	△	○	○	△
	予熱温度低減	○	△	○	△	○	○	△
耐食性	耐候性	○ (SBHS400W)	○ (SMA490W)	○ (SBHS500W)	○ (SMA570W)	—	○	—

○ 通常仕様で対応

△ 通常仕様では未対応

*HBS G3102 (HT780)

材料特性

化学成分

単位 : %

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	N
SBHS400	0.15以下	0.55以下	2.00以下	0.020以下	0.006以下	—	—	—	—	—	—	0.006以下
SBHS400W	0.15以下	0.15～0.55	2.00以下	0.020以下	0.006以下	0.30～0.50	0.05～0.30	0.45～0.75	—	—	—	0.006以下
SBHS500	0.11以下	0.55以下	2.00以下	0.020以下	0.006以下	—	—	—	—	—	—	0.006以下
SBHS500W	0.11以下	0.15～0.55	2.00以下	0.020以下	0.006以下	0.30～0.50	0.05～0.30	0.45～0.75	—	—	—	0.006以下
SBHS700	0.11以下	0.55以下	2.00以下	0.015以下	0.006以下	—	—	—	0.60以下	0.05以下	0.005以下	0.006以下
SBHS700W	0.11以下	0.15～0.55	2.00以下	0.015以下	0.006以下	0.30～1.50	0.05～2.00	0.45～1.20	0.60以下	0.05以下	0.005以下	0.006以下

降伏点又は耐力、引張強さ及び伸び、およびシャルピー吸収エネルギー

種類の記号	降伏点又は耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び			シャルピー吸収エネルギー						
			厚さ (mm)	試験片	%	試験温度 (°C)	シャルピー吸収エネルギー* (J)	試験片及び 試験片採取方向				
SBHS400 SBHS400W	400以上	490 ～ 640	6以上 16以下	1A号	15以上	0	100以上	Vノッチ 圧延直角方向				
			16を超え50以下	1A号	19以上							
			40を超えるもの	4号	21以上							
SBHS500 SBHS500W	500以上	570 ～ 720	6以上 16以下	5号	19以上	-5			100以上	Vノッチ 圧延直角方向		
			16を超えるもの	5号	26以上							
			20を超えるもの	4号	20以上							
SBHS700 SBHS700W	700以上	780 ～ 930	6以上 16以下	5号	16以上	-40					100以上	Vノッチ 圧延直角方向
			16を超えるもの	5号	24以上							
			20を超えるもの	4号	16以上							

* 三個の試験片の平均値

溶接材料

溶接材料の規格

溶接方法	SBHS400、SBHS500、SBHS700	SBHS400W、SBHS500W、SBHS700W
被覆アーク溶接	JIS Z 3211	JIS Z 3214
ガスシールドアーク溶接	ソリッドワイヤ JIS Z 3312	JIS Z 3315
	フラックス入りワイヤ JIS Z 3313	JIS Z 3320
サブマージアーク溶接	JIS Z 3351 (ソリッドワイヤ)、JIS Z 3352 (フラックス)、JIS Z 3183 (溶着金属)	

溶接継手の所要性能

溶接方法	継手引張強さ* (N/mm ²)	溶接金属のシャルピー吸収エネルギー	
		試験温度 (°C)	シャルピー吸収エネルギー** (J)
SBHS400 (W)	490以上	0	47以上
SBHS500 (W)	570以上	-5	47以上
SBHS700 (W)	780以上	-15	47以上

* 破断位置を規定しない

** 三個の試験片の平均値

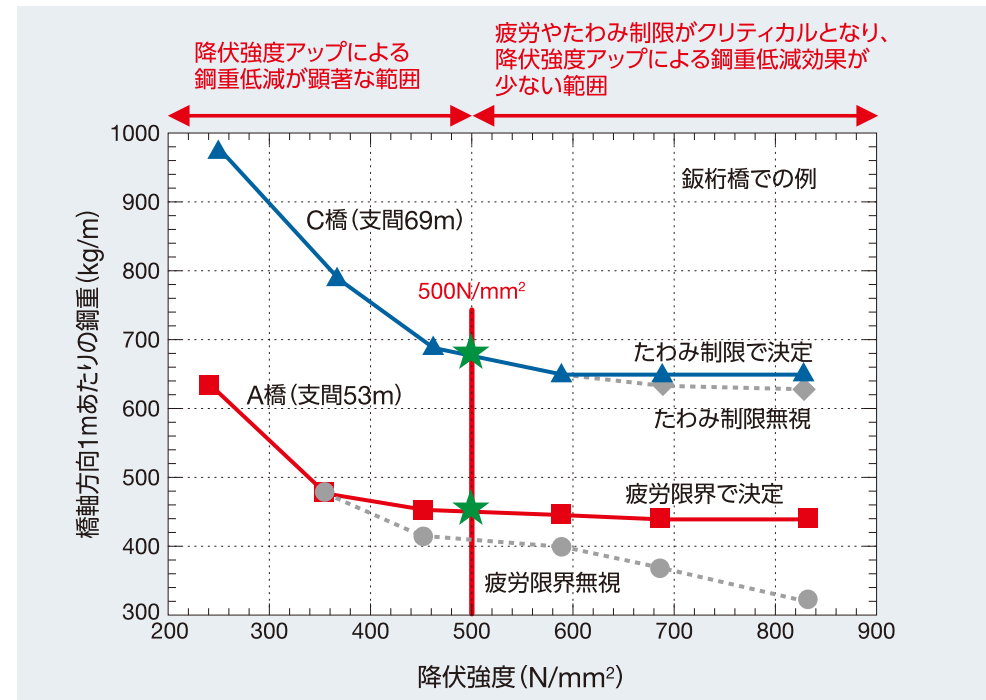
代表的溶接材料 (SBHS500の例)

仕 様		JIS 番号	溶接姿勢	種類および区分
SMAW		JIS Z 3211	全姿勢	E57J16-N1M1U
GMAW	CO ₂ ガス	JIS Z 3312	下向、横向	G57JA1UC3M1T
	Ar + 20%CO ₂ ガス		全姿勢	G57JA1UMC1M1T
FCAW	CO ₂ ガス	JIS Z 3313	全姿勢	T57J1T1-1CA-G-U
			下向、横向	T57J1T15-0CA-G-U
			水平すみ肉	T57J1T1-0CA-U
SAW	溶着金属	JIS Z 3183	下向	S58J2-H
	ワイヤ	JIS Z 3351		YS-M5
	フラックス	JIS Z 3352		SFCS1

降伏強度

降伏強度と鋼重の関係

鈑桁橋では、**降伏強度500N/mm²鋼材**以下が経済設計に有効です。
* 厚手材の板厚低減にも有効です。

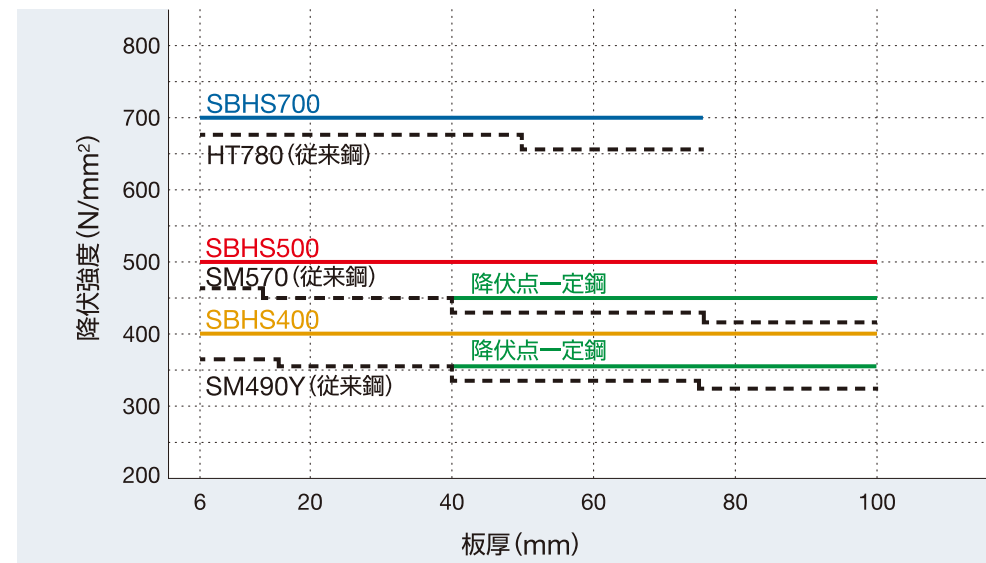


長大吊橋、斜張橋等では、**降伏強度700N/mm²鋼材**が経済設計に有効です。

* [小西拓洋、三木千壽他：高強度鋼の適用による鋼橋の合理化設計の可能性、土木学会論文集No.654/1-52, 2000.7]

SBHSの降伏強度

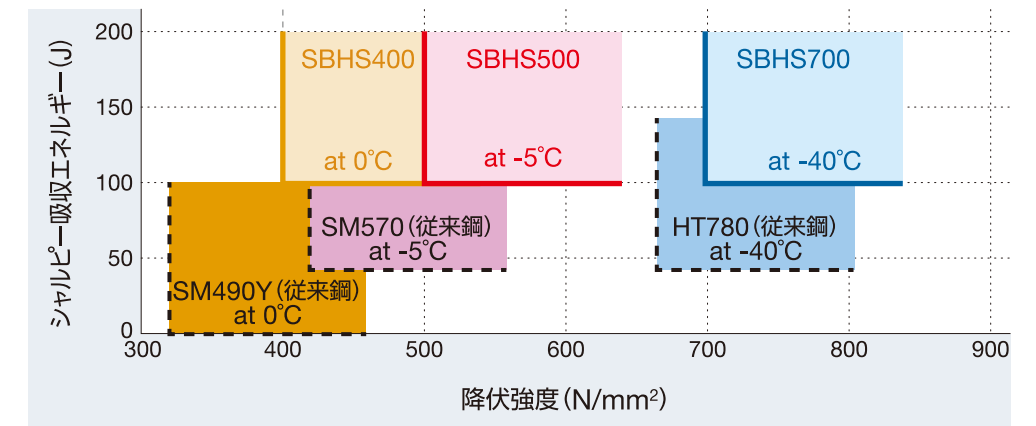
降伏強度400、500、700N/mm²の3種類で、板厚によらず降伏強度一定です。
耐候性鋼仕様も同様です。



じん性

SBHSの母材じん性(例)

SBHSは従来鋼に比べて高いじん性を有し、かつ圧延直角方向を保証しています。
耐候性鋼仕様も同様です。



予熱温度低減

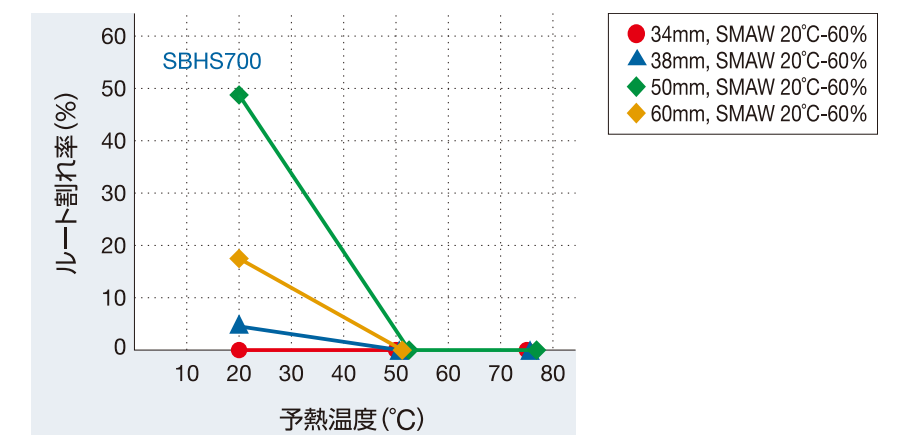
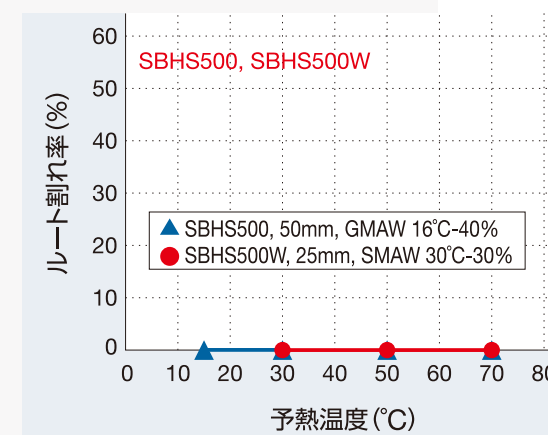
被覆アーク溶接(SMAW)での予熱温度低減効果

強度区分	種類の記号	区 分		板厚区分 (mm)				
				t ≤ 25	25 < t ≤ 40	40 < t ≤ 50	50 < t ≤ 100	
490N/mm ² 級	従来鋼 (SM490Y) (SMA490W)	標準P _{CM}	(SM490Y)	0.26 (予熱なし)		0.27 (80℃)		
		(予熱温度) *	(SMA490W)	0.26 (予熱なし)	0.27 (80℃)		0.29 (100℃)	
		予熱なしとなるP _{CM}		—	0.24	0.22		
	SBHS400 (W)	P _{CM} (予熱温度)	≤ 0.22 (予熱なし)					
570N/mm ² 級	従来鋼 (SM570)	標準P _{CM} (予熱温度) *		0.26 (予熱なし)	0.27 (80℃)		0.29 (100℃)	
		予熱なしとなるP _{CM}		—	0.24	0.22		
	SBHS500 (W)	P _{CM} (予熱温度)	≤ 0.20 (予熱なし)					
780N/mm ² 級	従来鋼 (HT780)	標準最小予熱温度 (℃) * *		100			120	
	SBHS700 (W)	最小予熱温度 (℃)		50 (t ≤ 75)				

* 標準P_{CM}、予熱温度の標準 (「日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ 鋼橋編 平成24年版」より)

** 標準最小予熱温度 (「本州四国連絡橋公団：鋼橋等製作基準 1993年5月」より)

y形溶接割れ試験結果 (JIS Z 3158)



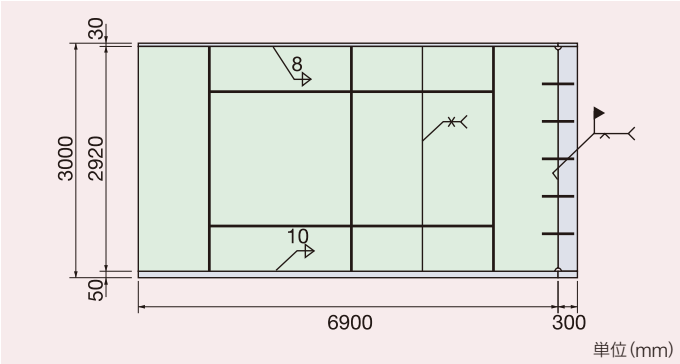
製作性

SBHS500の製作性

I 桁製作性試験諸元

使用鋼材	使用部位	寸法(mm)	
		板厚	幅×長さ
SBHS500	上フランジ	30	500×6900
	ウェブ	20	2920×6900
	下フランジ	50	700×6900
SM490Y	補剛材	12	

I 桁製作図(側面図)



製作状況



製作性試験結果まとめ

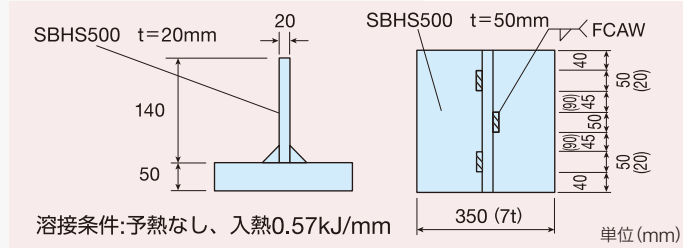
評価項目	使用部位	SM490Yとの比較	評価項目/製作状況
切断性能	t=50mm	○	切断面粗さ
孔明け性能	t=50mm	○	孔明け精度
組み立て溶接	t=20, 50mm	◎ [1]	組み立て溶接長さ20mm可能
突き合わせ溶接	ウェブ t=20mm	○	予熱なし・最大入熱6.1kJ/mm・T-SAW
	上フランジ t=30mm	○	予熱なし・最大入熱9.9kJ/mm・T-SAW
	下フランジ t=50mm	○ [2]	予熱なし・最大入熱10kJ/mm・T-SAW
隅肉溶接	ウェブ-フランジ	○	予熱なし
	補剛材	○	予熱なし
歪み矯正	プレス矯正	○	
	ローラー矯正	○	
現場溶接	ウェブ t=20mm	○ [3]	予熱なし・最大入熱9.7kJ/mm・EGW
	上フランジ t=30mm	○ [2]	予熱なし・最大入熱4.1kJ/mm・CO ₂
	下フランジ t=50mm	○ [2]	予熱なし・最大入熱4.1kJ/mm・CO ₂

◎ 優れる ○ 同等

570N/mm²級の高強度鋼であるにもかかわらず、SM490Yと同等の製作性を有しています。

SBHS500の製作性評価例

[1] 組立溶接性評価試験結果



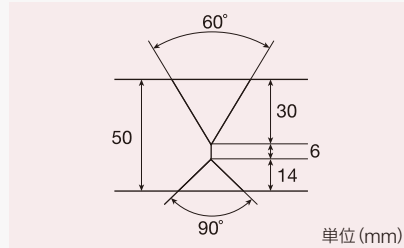
鋼材	SBHS500		従来鋼	
P _{CM}	≤ 0.20		≤ 0.22	一般
溶接長	20mm	50mm	50mm以上*	80mm以上
評価結果	割れなし	割れなし	道路橋示方書規定	

*：厚い方の板厚が 12mm 以下の場合

組み立て溶接時の溶接長20mmで割れなしを確認（従来鋼は80mm以上）

[2] パス間温度の影響評価結果

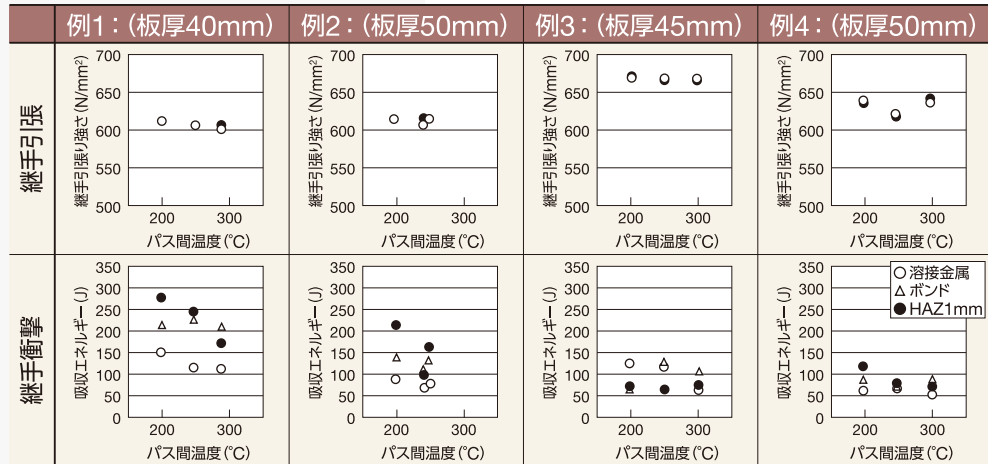
(1) X開先形状の例



(2) 溶接条件の例

溶接方法	溶接面	層 No.	電極	入熱 kJ/mm	パス間温度 °C
SAW	1st side および 2nd side	1	－	≦ 5	3 水準
		2～最終層	L	≦ 10	① 200 以下
			T		② 250 以下 ③ 300 以下

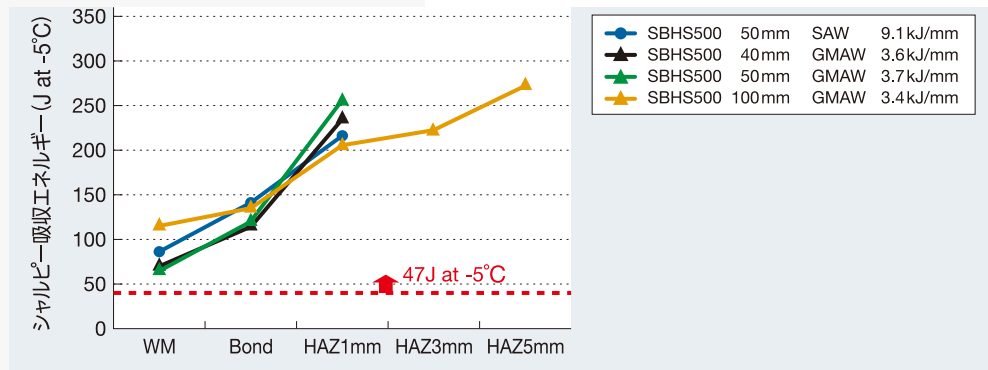
(3) 溶接継手性能評価



パス間温度300℃以下で、
継手性能確保を確認
(従来鋼は230℃以下*)

* HBS (本州四国連絡橋公団規格) に
記載の溶接継ぎ手の所要性能より

[3] 溶接継手じん性の評価結果



SM490Yと同等の大入熱溶接
(10kJ/mm以下) に対応可能

高強度鋼

概要

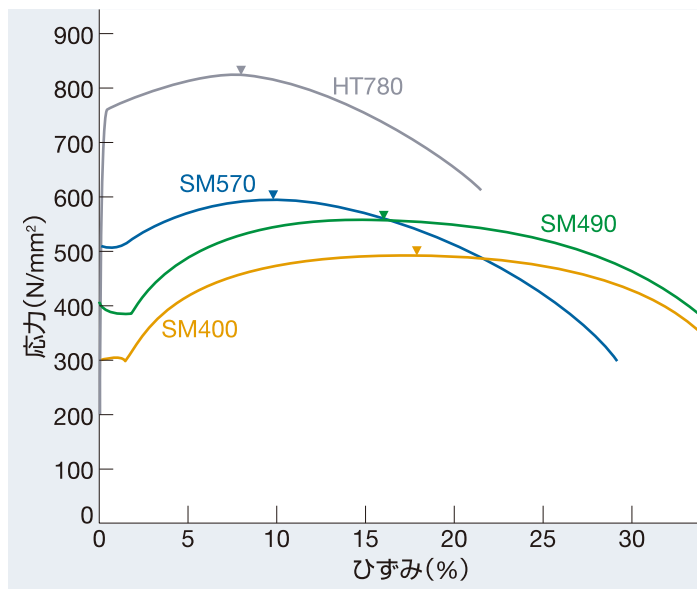
高強度の鋼材を利用することで、板厚を薄くでき、構造物の軽量化が図れます。
また、これに付随して、長大支間化、運搬・架設の効率化、薄肉化による加工・溶接の効率化などのメリットが生じます。

材料特性

高強度鋼板の規格

強度区分	規 格
690N/mm ² 級鋼	HBS G3102 HT70 WES 3001 HW550
780N/mm ² 級鋼	HBS G3102 HT80 WES 3001 HW685 JIS G3128 SHY685
950N/mm ² 級鋼	WES 3001 HW885
HBS：本州四国連絡橋公団規格 WES：日本溶接協会規格 JIS：日本工業規格	

各鋼種の応力－ひずみ曲線



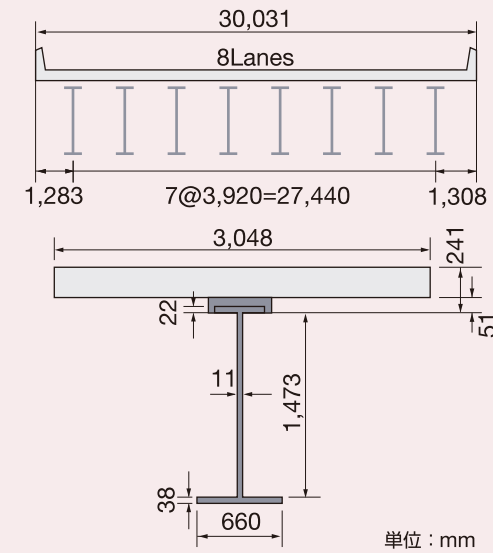
各鋼材の降伏点・引張強さ・許容応力度

鋼 種	鋼材の板厚範囲 (mm)	強度 (N/mm ²)		
		降伏点	引張強さ	許容応力度
SS400 SM400 SMA400W	t ≤ 40	235	400	140
	40 < t ≤ 75	215	400	125
	75 < t ≤ 100	215	400	125
SM490	t ≤ 40	315	490	185
	40 < t ≤ 75	295	490	175
	75 < t ≤ 100	295	490	175
SM490Y SM520C SMA490W	t ≤ 40	355	490	210
	40 < t ≤ 75	335	490	195
	75 < t ≤ 100	325	490	190
SM570 SMA570W	t ≤ 40	450	570	255
	40 < t ≤ 75	430	570	245
	75 < t ≤ 100	420	570	240
HT690	t ≤ 100	590	690	355
HT780	t ≤ 100	685	780	—
HT950	t ≤ 100	885	950	—

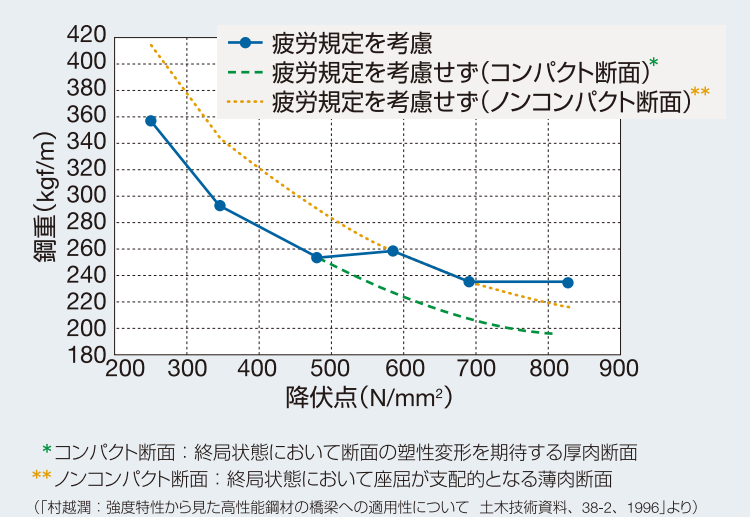
効果

AASHTOに基づく試算例(合成钣桁)
条件：支間33mの単純桁

検討対象とした橋梁の諸元



強度と鋼重の関係



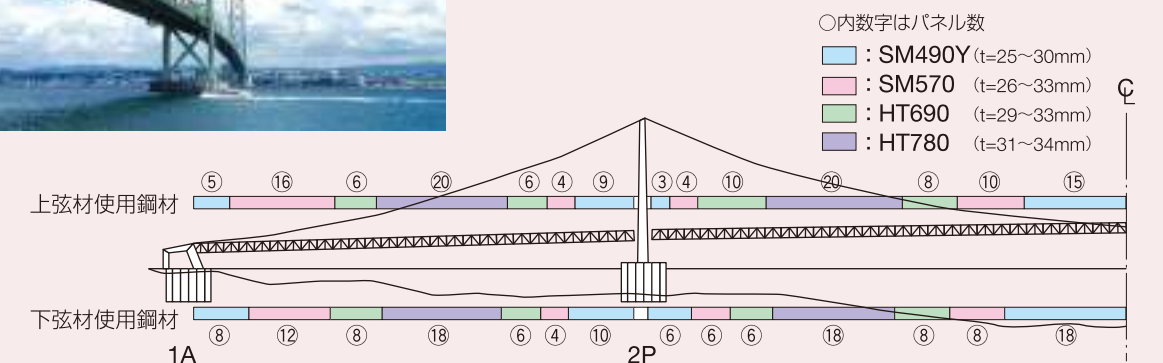
適用例

690N/mm²級鋼、780N/mm²級鋼は長大吊橋、斜張橋、トラスなどに多数適用されています。



明石海峡大橋

主構上弦材・下弦材の使用鋼材



資料提供：本州四国連絡橋公団



降伏点一定鋼(板厚40mm超)

概要

平成14年3月の道路橋示方書改訂により、表に示すように適用可能板厚が100mmまで引き上げられました。これにともない、板厚40mmを超える鋼材について、降伏点または耐力の下限値が板厚により変化しないことを保証した鋼材も使用可能となりました。この鋼材を「降伏点一定鋼」といい、すでに多くの使用実績があります。

板厚による鋼種選定基準

鋼種		板厚(mm)							
		6	8	16	25	32	40	50	100
非構造用接鋼	SS400								
溶接構造用鋼	SM400A								
	SM400B								
	SM400C								
	SM490A								
	SM490B								
	SM490C								
	SM490YA								
	SM490YB								
	SM520C								
	SM570								
	SMA400AW								
	SMA400BW								
	SMA400CW								
	SMA490AW								
	SMA490BW								
	SMA490CW								
	SMA570W								

太線：降伏点一定鋼(-H)使用可能
(「日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ、鋼橋編 平成14年3月版」より)

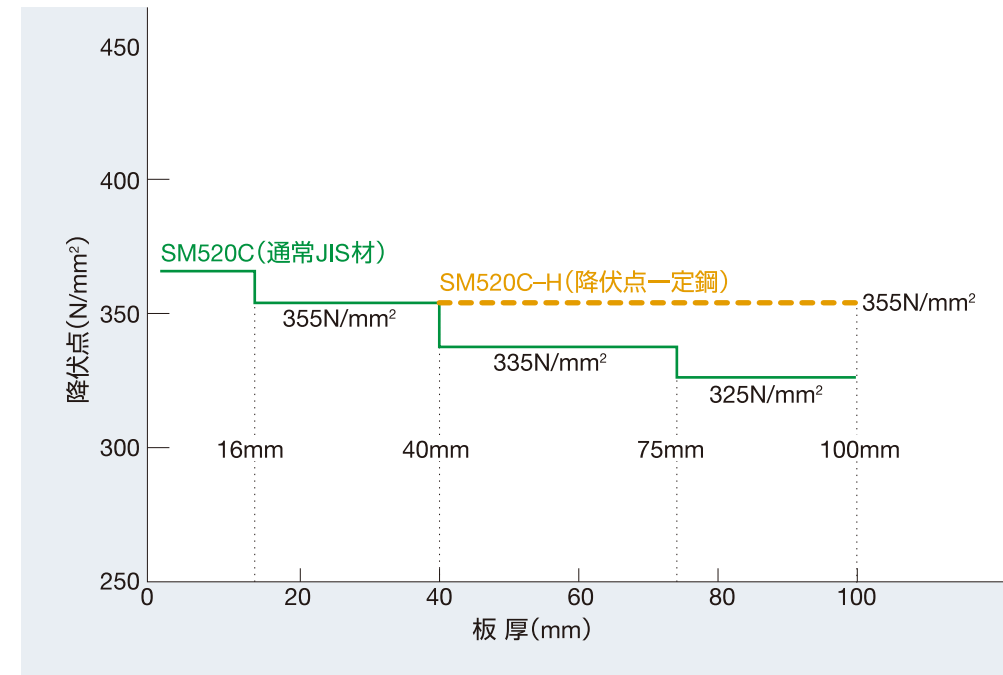
材料特性

降伏点一定鋼は板厚40mm超～100mmの鋼材で、板厚40mm以下の通常JIS材の規格降伏点を保証しており、その規格記号は「-H」となります。

降伏点一定鋼と通常JIS材の降伏点比較

降伏点一定鋼の降伏点または耐力(N/mm ²)		通常 JIS 材の降伏点または耐力(N/mm ²)			
規格記号	板厚(mm) 40 < t ≤ 100	規格記号	板厚(mm)		
			16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 75	75 < t ≤ 100
SM400C-H SMA400CW-H	235 以上	SM400C SMA400CW	235 以上	215 以上	215 以上
SM490C-H	315 以上	SM490C	315 以上	295 以上	295 以上
SM520C-H SMA490CW-H	355 以上	SM520C SMA490CW	355 以上	335 以上	325 以上
SM570-H SMA570W-H	450 以上	SM570 SMA570W	450 以上	430 以上	420 以上

SM520CとSM520C-Hの降伏点の比較



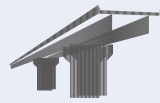
効果

降伏点一定鋼の許容応力度は、左表の降伏点保証に基づき、板厚に関係なく下表の値となります。降伏点一定鋼の適用により、鋼重低減による経済的効果が得られるとともに、設計上の煩雑さを回避することができます。

許容軸方向引張応力度および許容曲げ引張応力度(N/mm²)

降伏点一定鋼	板厚(mm)	SM400C-H SMA400CW-H	SM490C-H	SM490YC-H SM520C-H SMA490CW-H	SM570-H SMA570W-H
	40 < t ≤ 100	140	185	210	255

通常 JIS 材	板厚(mm)	SM400 SMA400W	SM490	SMA490Y SM520C SMA490W	SM570 SMA570W
	t ≤ 40	140	185	210	255
	40 < t ≤ 75	125	175	195	245
	75 < t ≤ 100	125	175	190	240



狭降伏点レンジ鋼および 低降伏比鋼

概要

わが国の建築鉄骨構造物では塑性設計が行われており、地震時における建物の安全性は鋼材の塑性変形能力に大きく依存します。

このため、建築鉄骨構造物で広く使われているJIS-SN400(B,C)&490(B,C)鋼および建築構造用高性能590N/mm²級(SA440)鋼では厳しい製造管理により、降伏点の上下限範囲が、SN鋼では“120N/mm²”、SA鋼では“100N/mm²”という狭い範囲内に入ること、さらに降伏比が80%以下になることが保証されています。その結果、地震時に優れた変形能力を発揮することが期待されています。

材料特性

JIS-SN400&490 および SA440 鋼の機械的性質

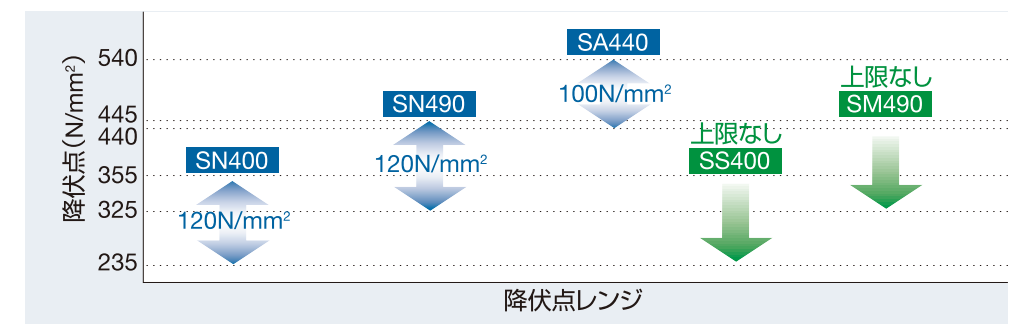
鋼板規格	降伏点または耐力(N/mm ²)		引張強さ(N/mm ²)	降伏比(%)	伸 び(%)	
SN400B SN400C	16 < t ≤ 40 235 以上 355 以下	40 < t ≤ 100 215 以上 335 以下	400 以上 510 以下	80 以下	1A 試験片 16 < t ≤ 50 22 以上	4 号試験片 40 < t ≤ 100 24 以上
SN490B SN490C	16 < t ≤ 40 325 以上 445 以下	40 < t ≤ 100 295 以上 415 以下	490 以上 610 以下	80 以下	1A 試験片 16 < t ≤ 50 21 以上	4 号試験片 40 < t ≤ 100 23 以上
SA440B SA440C	440 以上 540 以下		590 以上 740 以下	80 以下	5 号試験片 26 以上	4 号試験片 20 以上

(注) ① SN 鋼の板厚 16mm 以下の規格内容については省略
② SA440 鋼の適用板厚は 19mm 以上、100mm 以下
③ 降伏比 = (降伏点または耐力 / 引張強さ) × 100

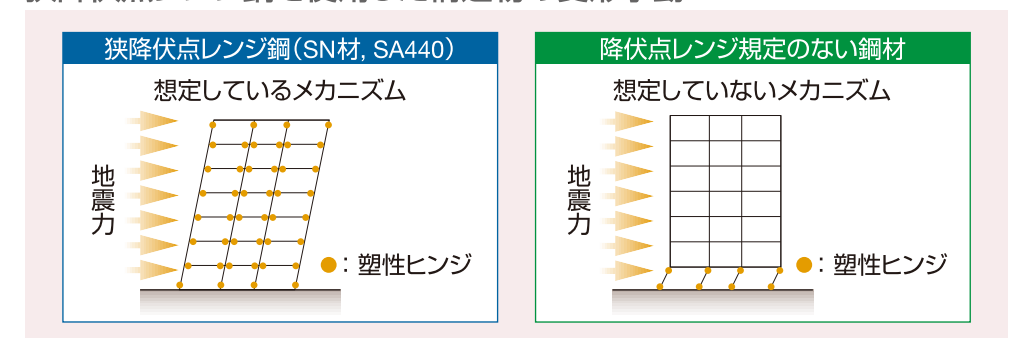
効果

① 狭降伏点レンジ鋼

狭降伏点レンジ鋼を用いると、地震時に、構造物全体が設計で想定するような理想的な塑性変形挙動をすることが期待されます。

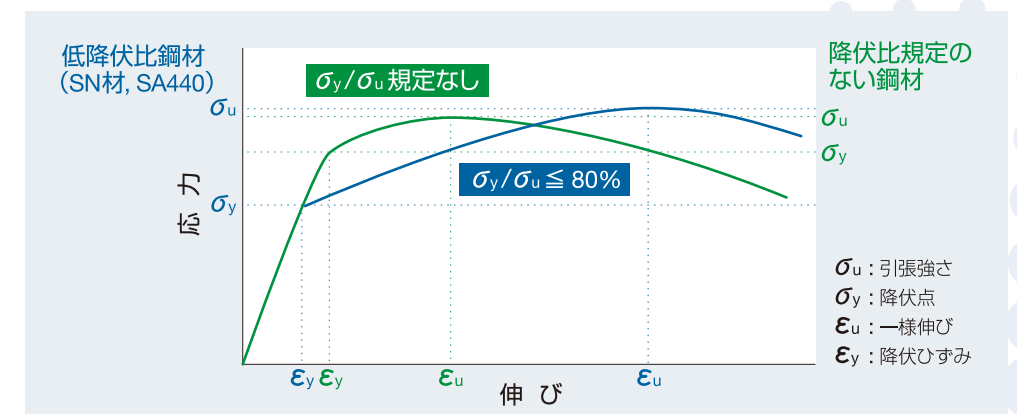


狭降伏点レンジ鋼を使用した構造物の変形挙動

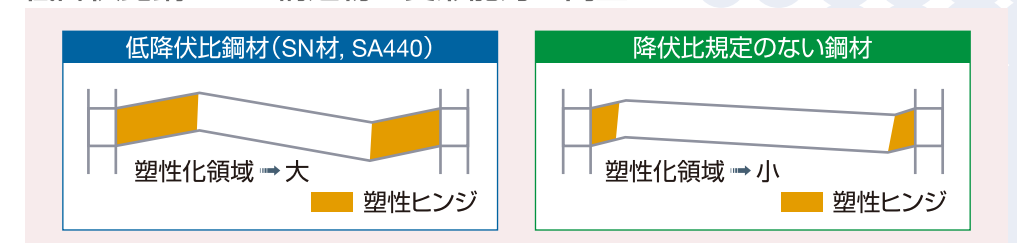


② 低降伏比鋼

低降伏比鋼を用いた部材では、塑性変形がより広い領域で起こり、結果的に優れた変形能力を発揮します。



低降伏比鋼による構造物の変形能力の向上



低降伏点鋼

概要

低降伏点鋼は降伏点の低さと、優れた伸び能力(延性)を有した材料であり、構造物の制振ダンパーなどに使用されています。低降伏点鋼を用いた制振ダンパーの塑性変形により、地震入力エネルギーを吸収し構造物の揺れを低減できます。

材料特性

建築構造物の制振ダンパーには降伏点が100および225N/mm²級の鋼材が使用されています。

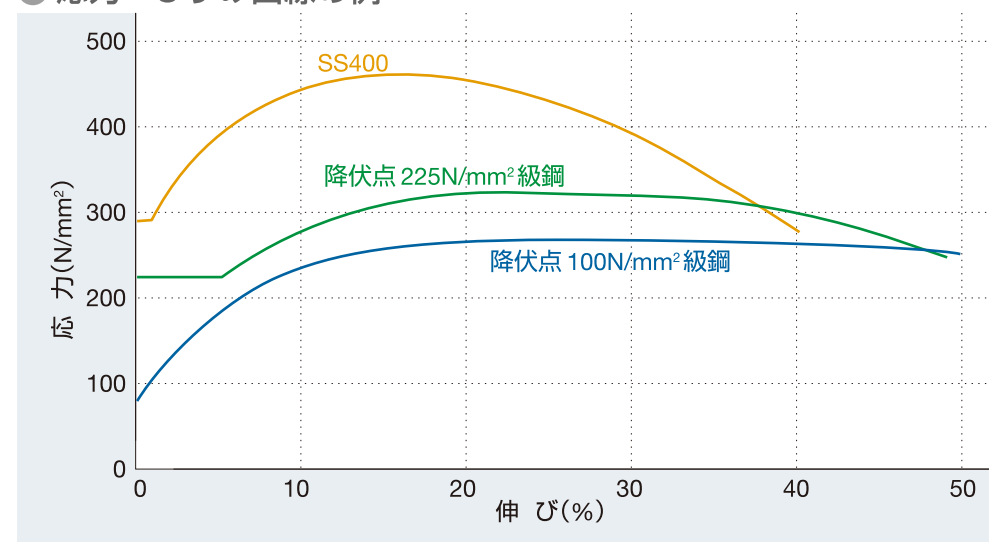
① 機械的性質

種類の記号	下降伏点又は耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	降伏比 (%)	伸 び	
				試験片	(%)
LY100	80~120	200~300	≦60	JIS Z 2201	50≦
LY225	205~245	300~400	≦80	5号	40≦

② 化学成分

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	N
LY100	≦0.01	≦0.03	≦0.20	≦0.025	≦0.015	≦0.006
LY225	≦0.10	≦0.05	≦0.50	≦0.025	≦0.015	≦0.006

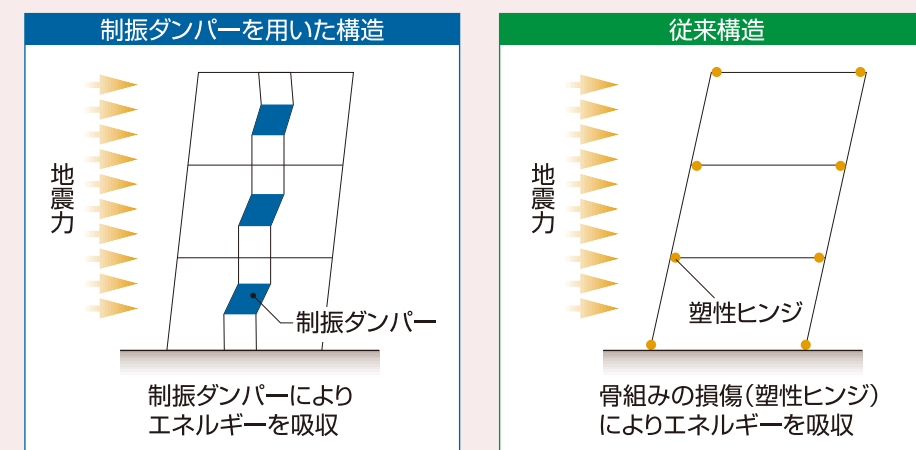
③ 応力-ひずみ曲線の例



効果

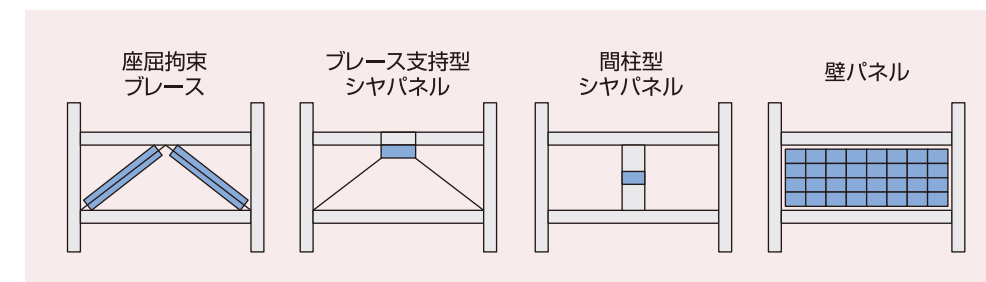
地震時の構造物の変形挙動の比較を示します。

従来構造と制振ダンパーを用いた構造の比較



適用例

建築分野における制振ダンパーの適用例を示します。



座屈拘束ブレース



壁パネル



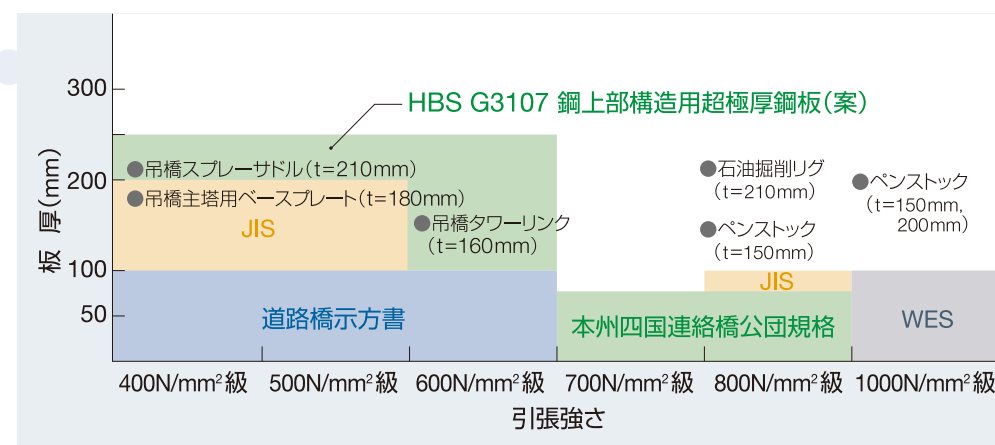
極厚鋼板

概要

極厚鋼板を用いることにより、大型構造物の実現が可能になります。また、橋梁構造物においては、厚肉材の適用により、部材数の低減やコンパクト断面化など、構造のシンプル化が図れます。

材料特性

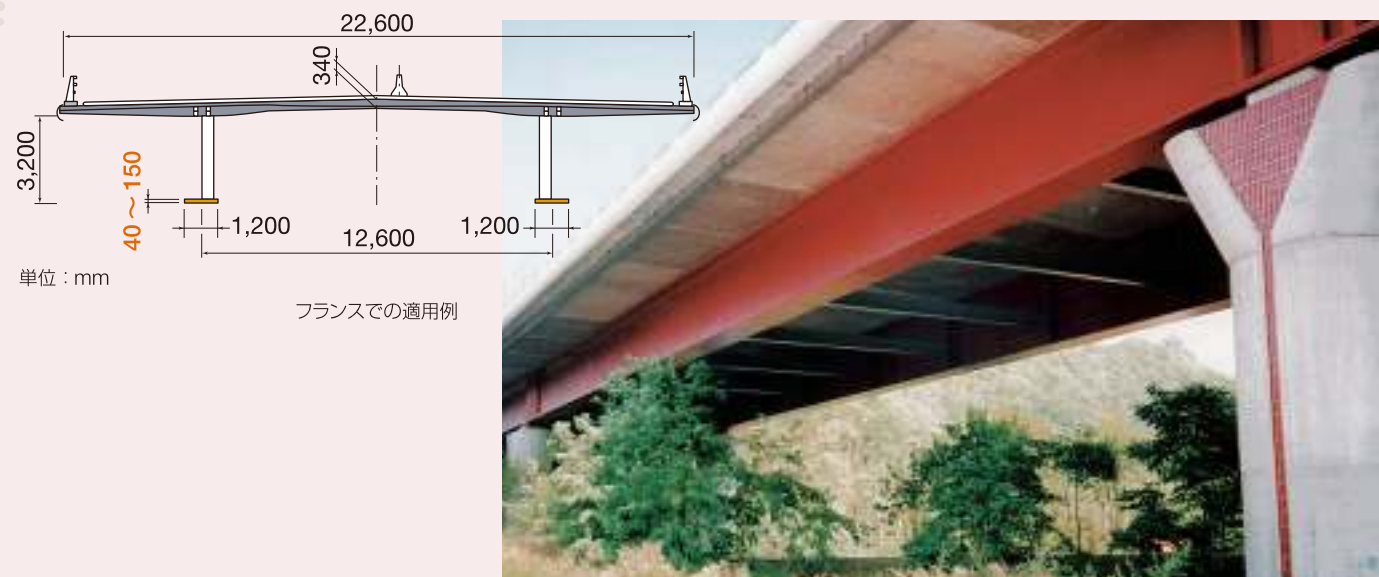
板厚に関する規格、ならびに製造実績は以下のようになっています。



橋梁分野における板厚100mmを超える超極厚鋼板の規格には、本州四国連絡橋公団規格 (HBS G3107) 鋼上部構造用超極厚鋼板 (案) があります。この規格は吊橋の主塔の底板、スプレーサドル、タワーリンクなどに用いられる極厚の鋼板について規定しています。

適用例

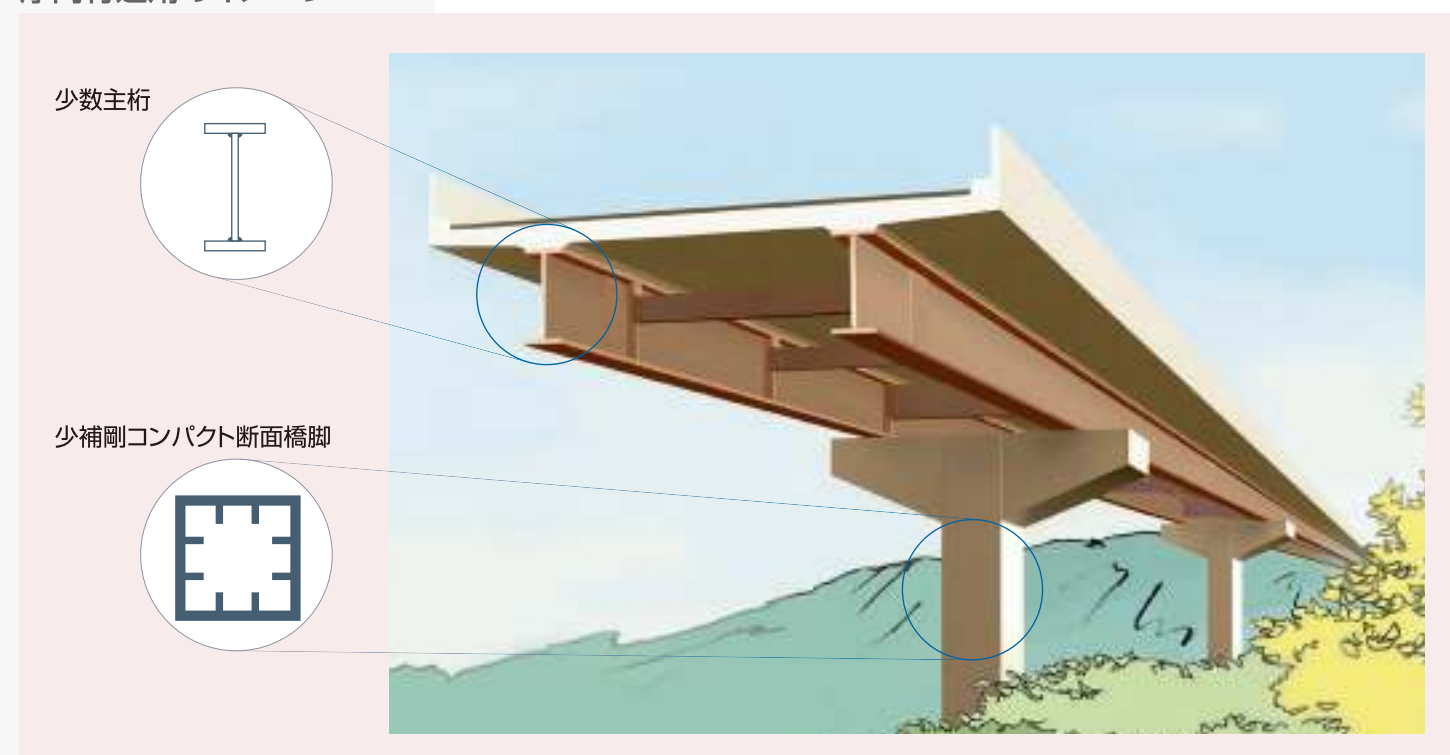
欧米では、従来より板厚が100mmを超える鋼板が橋梁に使用されています。



効果

- 板厚が大きい鋼板を用いることにより、コンパクト断面化が図れかつ、主桁本数、補剛材の省略が可能となり、大幅な加工工数の低減が実現できます。
- 断面の塑性変形を期待できるので、変形性能が大きくなります。

厚肉材適用のイメージ



国内における少数主桁への適用例 (東海大府高架橋 SM570 最大板厚：75mm)



吊橋主塔用ベースプレートへの適用例 (SS400 板厚：180mm)



写真提供：本州四国連絡橋公団

高じん性鋼

概要

高いじん性を有する鋼板を用いると、以下のようなメリットが生じます。

- ① より小さな曲げ半径で冷間加工ができます。
 - ② 寒冷地などの低温地域での鋼材の利用範囲が広がります。
- 製造技術の進歩により、近年では、じん性に優れる鋼板が製造可能となっています。

材料特性

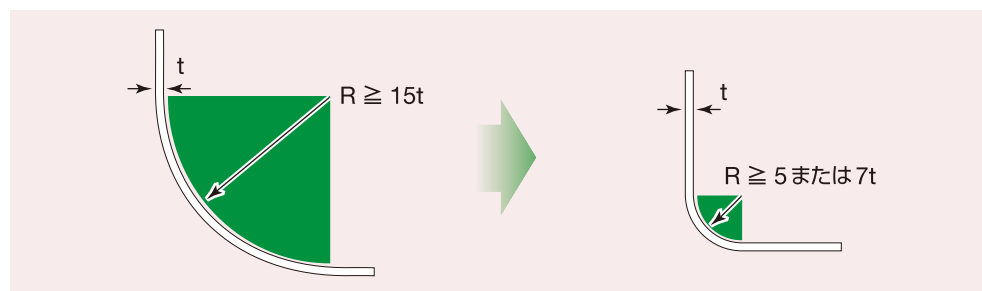
① 冷間曲げ加工

冷間曲げ加工によりひずみが生じた部分の鋼材はじん性が低下する問題があるため、道路橋示方書では、内側曲げ半径の大きさを板厚の15倍(15t)以上とするのを原則としています。

しかし、冷間曲げ加工部の鋼材のじん性が十分確保できる場合は、内側曲げ半径が板厚の5倍(5t)までの加工を行ってもよいとされています。具体的には下記条件が保証された鋼板は冷間曲げ加工の条件が緩和されます。

- 鋼中の窒素の量が 0.006% 以下であること
- $vE \geq 150J$ * → 内側曲げ半径 $\geq 7t$ (t: 板厚)
- $vE \geq 200J$ * → 内側曲げ半径 $\geq 5t$ (t: 板厚)

* JIS 規定試験温度での値



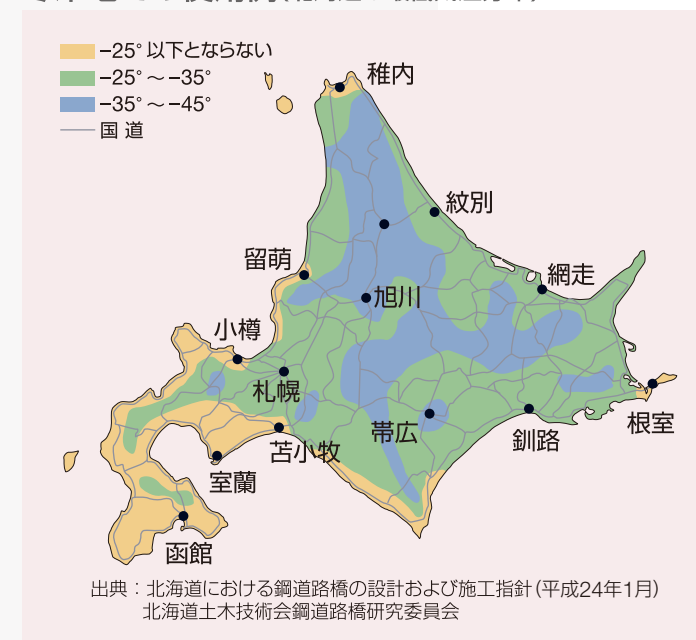
曲げ加工部を有する角型鋼管のトラス橋への適用例(北海道 滝下橋)



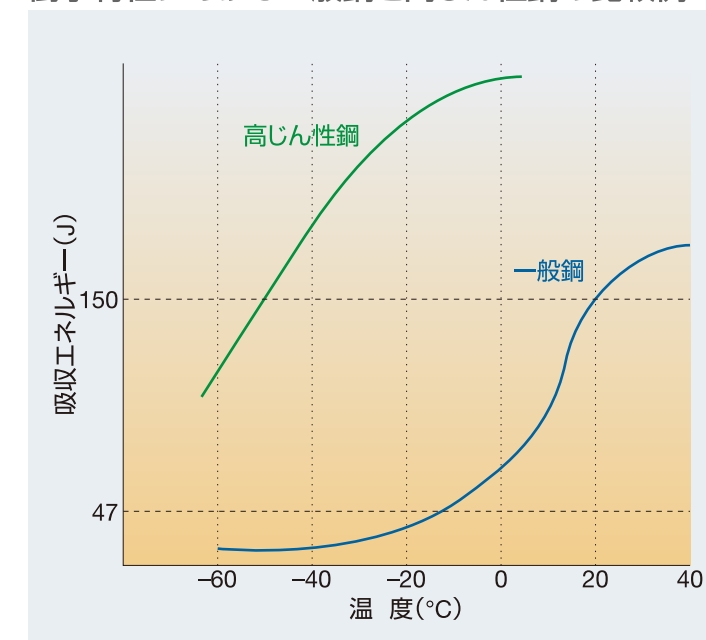
② 寒冷地での使用

低温では鋼材のじん性が低下し、ぜい性破壊に対する配慮が必要となりますが、適切なじん性を有する鋼板を使用すれば、低温域での使用も問題となりません。

寒冷地での使用例(北海道の最低気温分布)



衝撃特性における一般鋼と高じん性鋼の比較例



適用例

冷間曲げをコーナー部に適用した例

鋼製橋脚



鋼製主塔



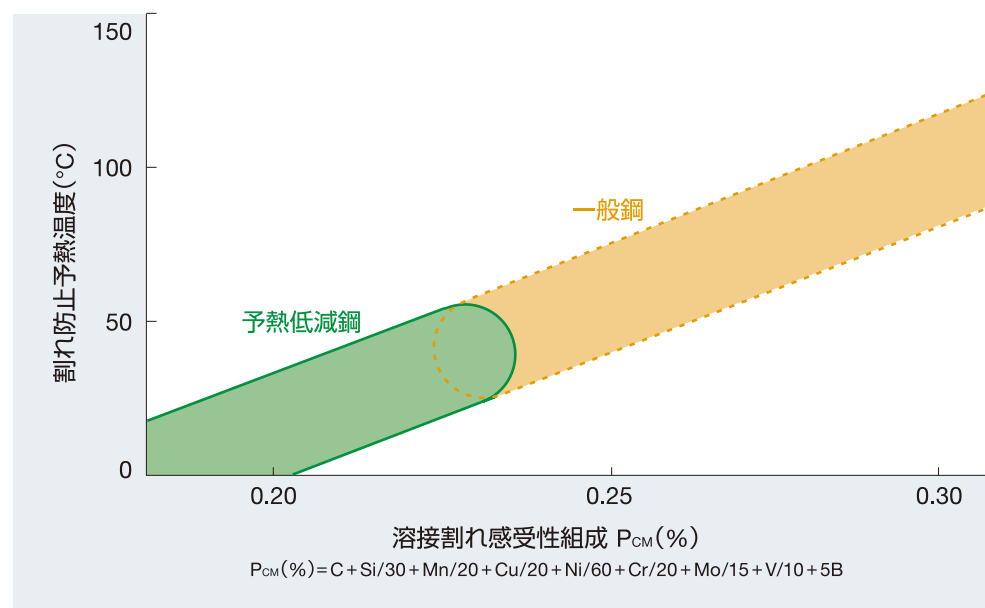
予熱低減鋼

概要

近年、橋梁の長大化にともない、主桁に570N/mm²級以上の高張力鋼が適用されるようになりました。高張力鋼や厚肉鋼材の実施工においては、溶接部に発生する低温割れを防止するため、溶接直前に鋼材を予熱する必要があります。しかし、現地施工における100℃以上の高温予熱作業は、施工管理のみならず作業者にとっても大きな負担となります。予熱低減鋼を使用することにより予熱作業およびその付帯作業の軽減あるいは省略が可能となります。

材料特性

予熱低減鋼は溶接割れ感受性組成(P_{CM})を低くした鋼材で、溶接時の予熱温度の低減が可能となります。



効果

予熱低減鋼(P_{CM}低減鋼)を使用することにより、予熱温度を大幅に低減することができます。

被覆アーク溶接(SMAW)での予熱温度低減効果例

鋼種	区分	板厚区分(mm)			
		t≤25	25<t≤40	40<t≤50	50<t≤100
SM400 SMA400W	標準P _{CM} (予熱温度)	0.24(予熱なし)		0.24(50℃)	
	予熱なしとなるP _{CM}	—		0.22	
SM490 SM490Y	標準P _{CM} (予熱温度)	0.24(予熱なし)	0.26(50℃)	0.26(80℃)	0.27(80℃)
	予熱なしとなるP _{CM}	—	0.24	0.22	
SM520C SM570 SMA490W	標準P _{CM} (予熱温度)	0.26(予熱なし)	0.27(80℃)		0.29(100℃)
	予熱なしとなるP _{CM}	—	0.24	0.22	

標準P_{CM}, 予熱温度の標準: (「日本道路協会: 道路橋示方書・同解説II, 鋼橋編 平成24年3月版」より)

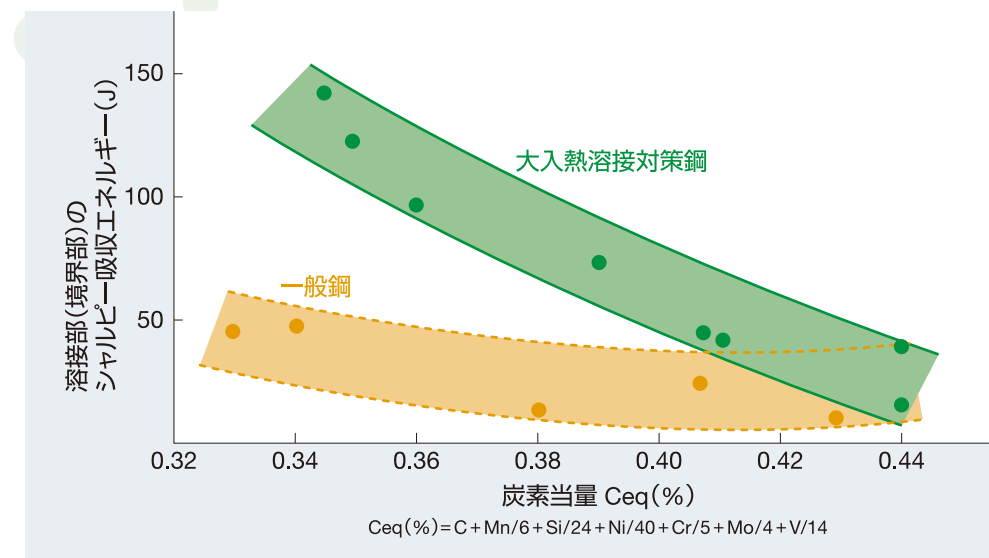
大入熱溶接対策鋼

概要

溶接の自動化とともに、大入熱溶接法が使用されるようになりました。一般に、溶接部の品質は溶接入熱の増大にともなって劣化する傾向にありますが、大入熱溶接対策鋼の適用は、優れた溶接品質の確保とともに、溶接施工効率の向上にも寄与します。

材料特性

溶接部の品質例を示します。



適用例

大幅にパス数を減らすことが可能となります。

主桁ウェブの現場溶接例

[大入熱溶接(エレクトロガス溶接)による]



CO₂シールドガスアーク溶接法(7パス 入熱量 30kJ/cm)

↓ 溶接施工効率向上



大入熱溶接継手の例(1パス 入熱量 150kJ/cm)

溶接継手断面比較マクロ写真

耐ラメラテア鋼

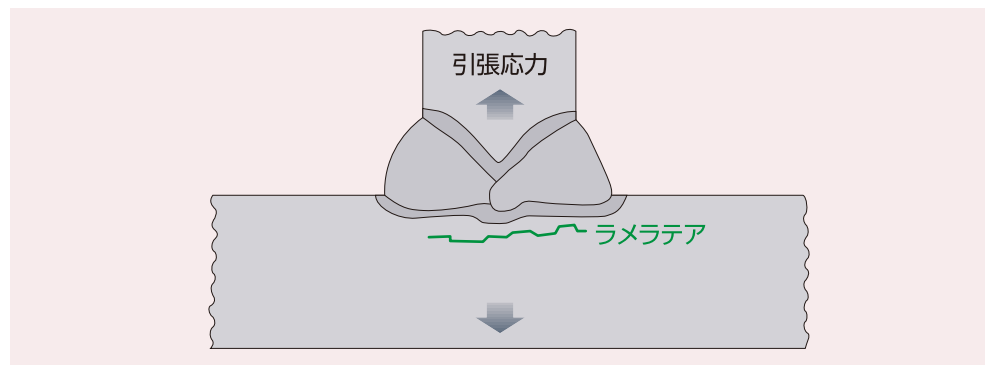
概要

近年、鋼構造物の大型化かつ複雑化にともない、鋼橋分野においても構造上、機能上、あるいは景観上の面から拘束の厳しい溶接継手を余儀なくされ、板厚方向に大きな引張応力を受ける部材を採用するケースが多くなってきています。道路橋示方書によればこのような構造部材には、溶接後ラメラテアが発生する危険性がありますので、耐ラメラテア鋼の使用が推奨されています。

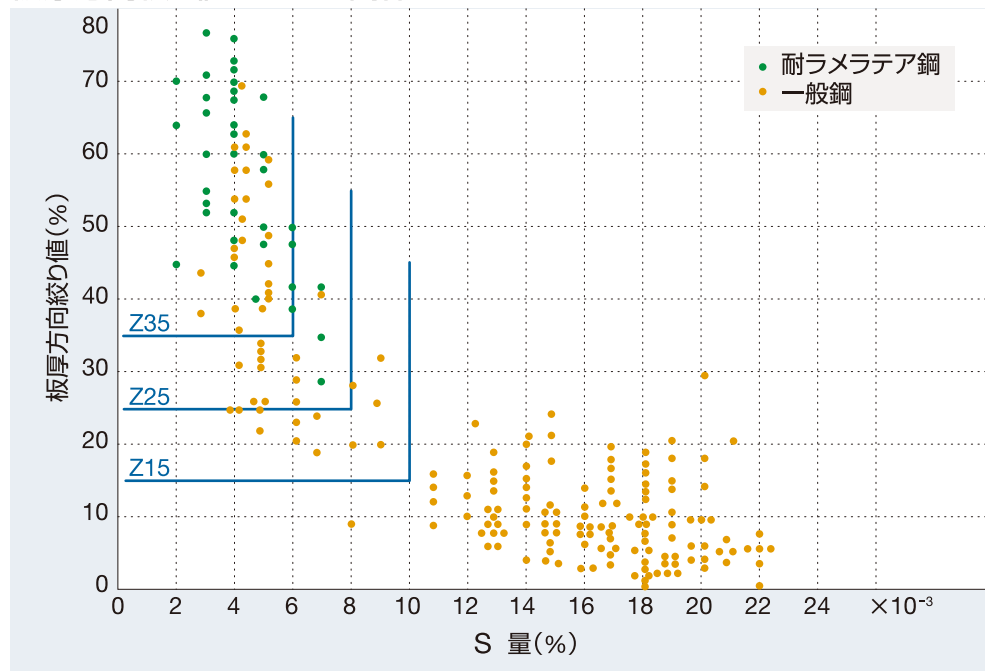
材料特性

ラメラテアは、十字継手、T継手、角継手などの板厚方向に引張応力を受ける溶接継手で鋼板表面に平行な割れが発生する現象ですが、その発生原因には単に非金属介在物(主にMnS)を起点とするものの他、ルート割れが起点となるものなどがあります。耐ラメラテア性確認は、直接的な方法としてZ窓枠拘束割れ試験などがありますが、一般的な簡便法としては板厚方向引張試験における絞り値と鋼中のS(硫黄)量の組み合わせで評価されます。日本溶接協会規格WES3008やJIS G3199には板厚方向絞り値を保証した耐ラメラテア鋼が規定されており、鋼中の非金属介在物、成分偏析も低減しております。

ラメラテア発生状況図



板厚方向絞り値とS量の関係(WES3008-1990より)



効果

JIS G 3199による耐ラメラテア鋼の板厚方向の絞り値

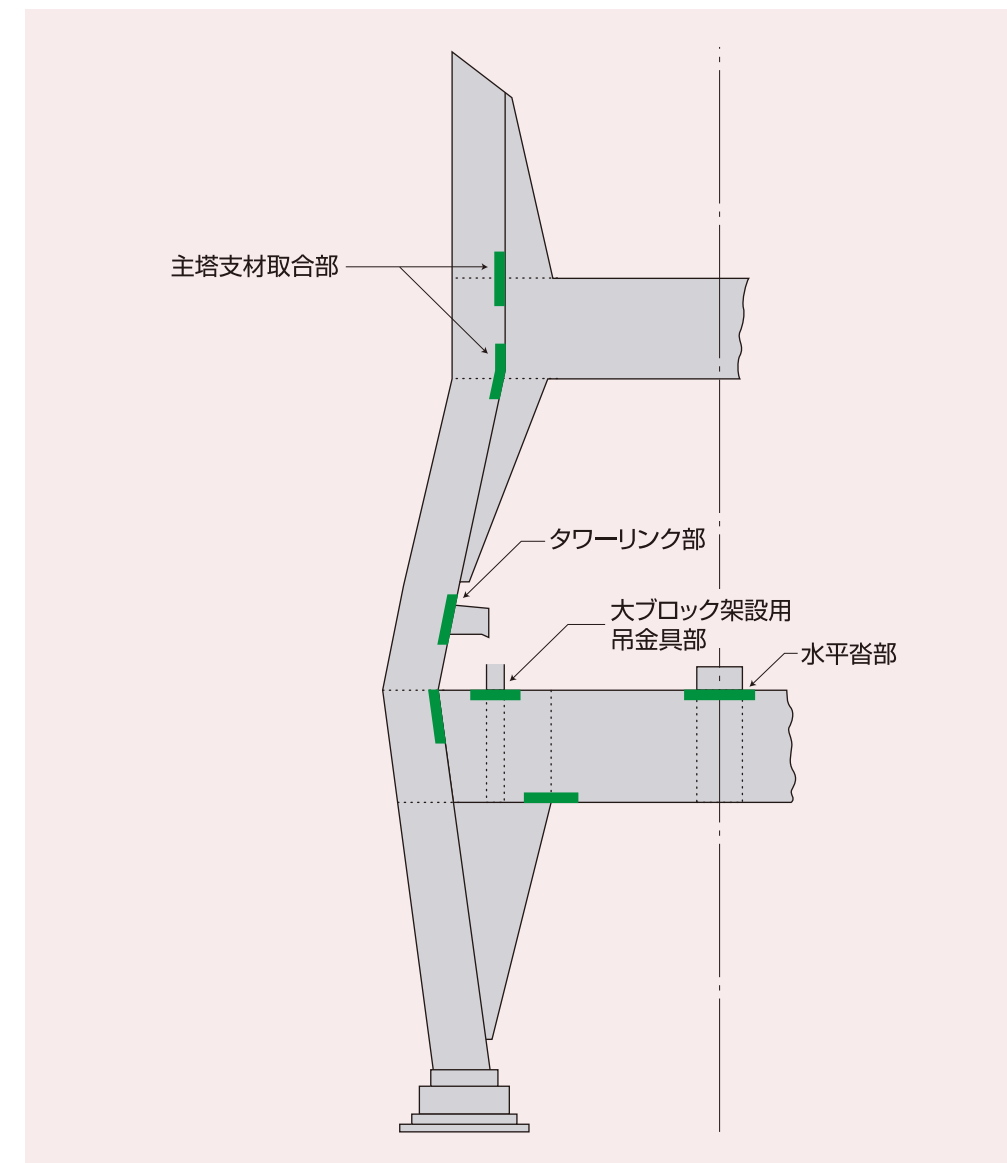
クラス番号	3個の試験値の平均値	個々の試験値	S 量 (%)
Z15(S)	15% 以上	10% 以上	0.010 以下
Z25(S)	25% 以上	15% 以上	0.008 以下
Z35(S)	35% 以上	25% 以上	0.006 以下

備考：等級分類は、日本溶接協会規格 WES 3008 を参考とする。
クラス番号での S 表示は、S 含有量指定の場合に付与。

適用例

ラメラテア発生の危険性がある溶接構造部材では、溶接施工上の対策とともに、耐ラメラテア鋼の使用によりラメラテアの発生を防止することができます。

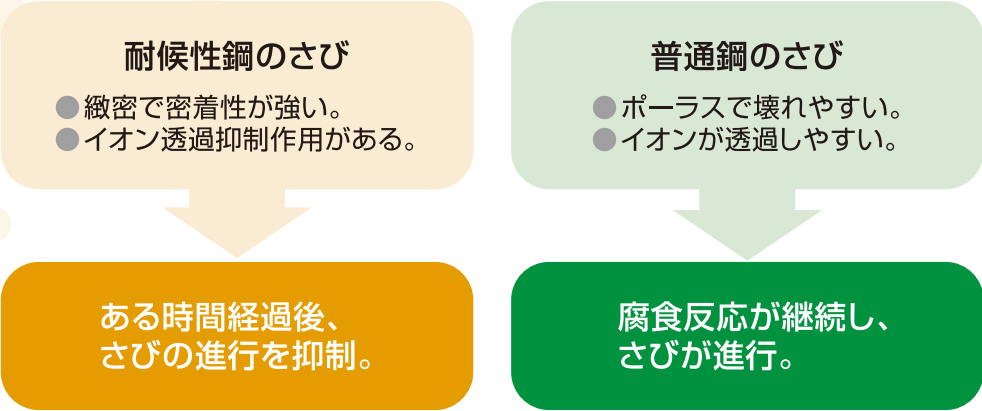
耐ラメラテア鋼の適用箇所の例



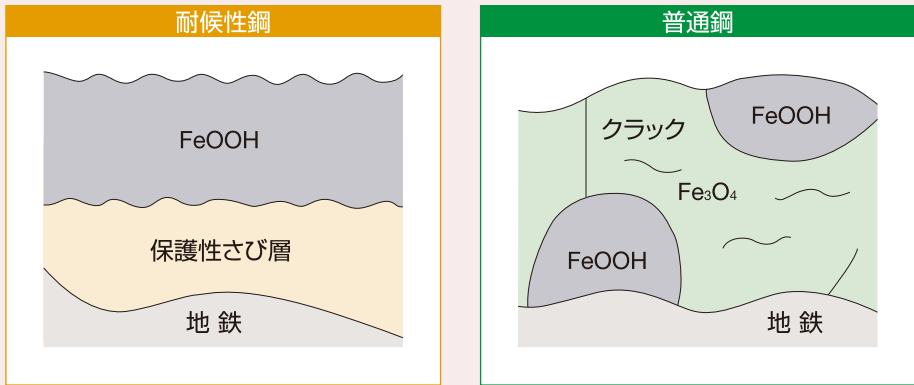
耐候性鋼

概要

耐候性鋼はさびの進展が時間の経過とともに次第に抑制されていく特性を有し、表面の塗装なしで長期間使用できることから、鋼橋の維持コストを削減することができます。



長時間暴露された耐候性鋼と普通鋼のさび層の模式図



材料特性

橋梁に使用される耐候性鋼はJIS G3114溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材(SMAシリーズ)として規定されています。

溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材[JIS G 3114]

種類の記号	降伏点または耐力(N/mm ²)						引張強さ(N/mm ²)	シャルピー吸収エネルギー	
	t≤16mm	16<t≤40	40<t≤75	75<t≤100	100<t≤160	160<t≤200		試験温度	吸収エネルギー
SMA 400 AW/AP	245 以上	235 以上	215 以上	215 以上	205 以上	195 以上	400～540	—	—
SMA 400 BW/BP								0℃	27J 以上
SMA 400 CW/CP	245 以上	235 以上	215 以上	215 以上	—	—	490～610	0℃	47J 以上
SMA 490 AW/AP	365 以上	355 以上	335 以上	325 以上	305 以上	295 以上		—	—
SMA 490 BW/BP							570～720	0℃	27J 以上
SMA 490 CW/CP	365 以上	355 以上	335 以上	325 以上	—	—		0℃	47J 以上
SMA 570 W/P	460 以上	450 以上	430 以上	420 以上	—	—		-5℃	47J 以上

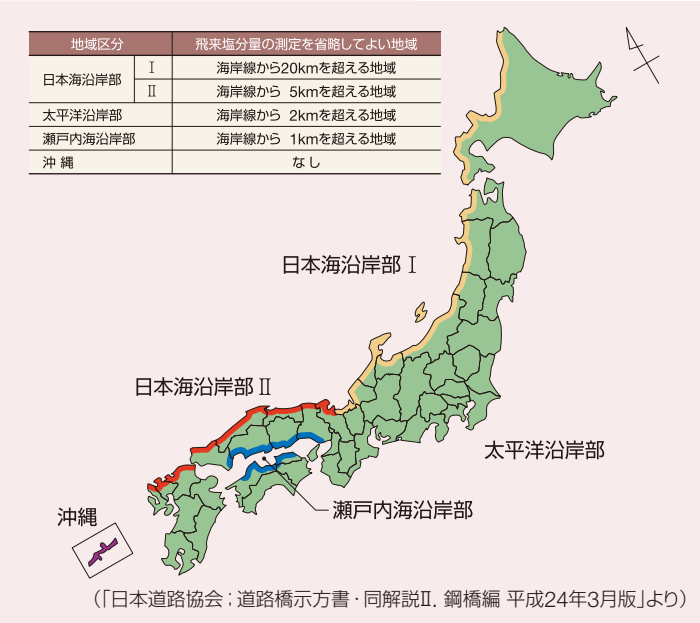
備考：Wは通常裸のまま、またはさび安定化処理を行って使用し、Pは通常塗装して使用する。

耐候性鋼適用にあたって

① 計画時の配慮(飛来塩分の影響)

- 飛来塩分量が0.05mdd(mdd:mg/100cm²/day)以下の地点では、無塗装で使用できます。
- 飛来塩分量測定を省略して、無塗装で使用してよい地域の目安を示します。
(飛来塩分測定方法は、JIS Z2381のドライガーゼ法または土研法によります。)

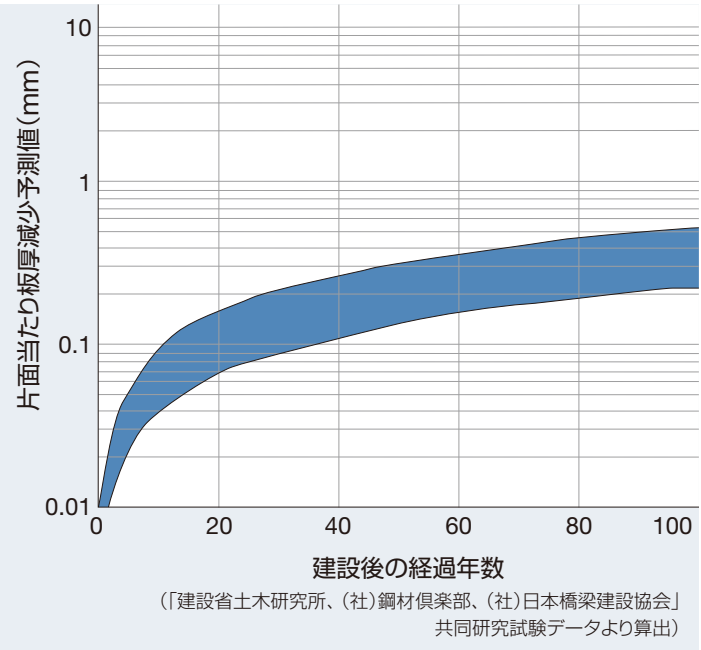
耐候性鋼材を無塗装で使用する場合の適用地域



② 板厚減少予測線図

飛来塩分量が0.05mdd以下における、100年後の板厚減少予測値はわずかです。

板厚減少予測曲線(飛来塩分量0.05mdd以下)



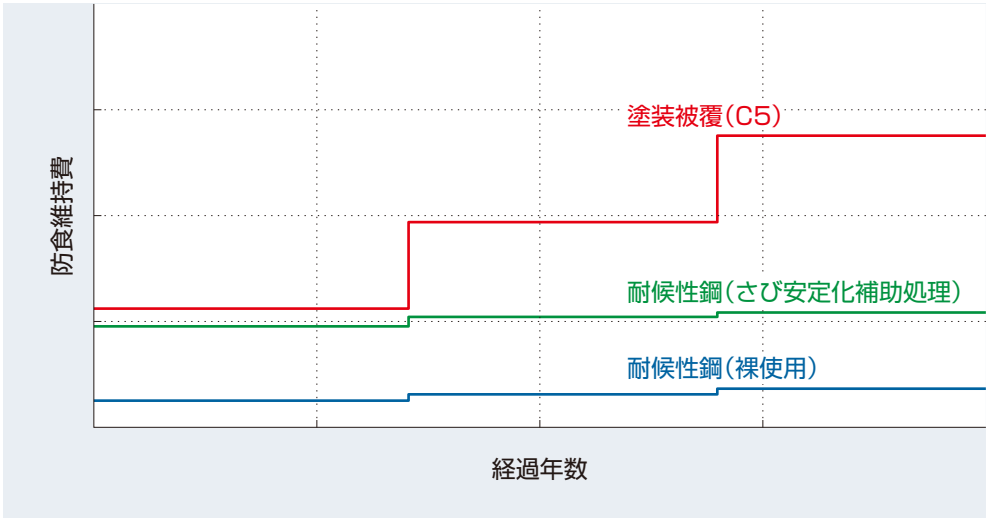
上図は、全国22ヶ所の主桁の間に、試験片を9年間水平暴露した結果に基づき、求めた予測範囲です。
(17年間暴露した結果からも検証されています。)

効果

耐候性鋼適用のメリット

- ライフサイクルコスト削減：塗り替え塗装が省略できます。
- 環境負荷低減：塗装無しで使用できます。
- 環境との調和：生成する保護性さびは、年月の経過と共に自然と調和する重厚な外観を形成します。

ライフサイクルコストのイメージ



適用例

耐候性鋼の裸使用適用例(奥阿蘇大橋)



参考(経年変化事例)

建設当初の時点ではさびムラが見られますが、年月の経過とともに均一な暗褐色へと変化します。

(裸使用の例)

竣 工	約2ヵ月	⇒	約1年	⇒	約28年
遠 景					
近 景					

(ニッケル系高耐候性鋼について)

従来のJIS耐候性鋼に対し主にニッケルを多く添加し、耐飛来塩分特性を高めた新しい鋼材も実用化されています。



塗膜下耐食鋼

(とまくした)

概要

塗膜下耐食鋼*は、JISのSS、SM、SBHSなどの鋼材規格に準拠し、かつ同一の腐食環境下において、普通鋼に比べ塗装欠陥部からの腐食進展を抑制することが可能な鋼材です。

* 塗膜下耐食鋼は、これまで塗装周期延長鋼、塗装寿命延長鋼、ロングライフ塗装用鋼と呼ばれていた名称を統一したものです。

適用事例

塗膜下耐食鋼の適用事例を示します(下図)。沿岸部や凍結防止剤散布地域などの高塩害環境を中心に100橋以上(2024.3末現在)の橋梁に適用されています。

沿岸地域における塗膜下耐食鋼の適用事例



写真提供: 日本製鉄株式会社

また、塗膜下耐食鋼は、塗装橋梁の塗装劣化部において、下地鋼材の耐食性を向上させることで、塗膜下での腐食進展・塗膜剥離を抑制するものであるため、桁端部、支承部、連結部等の橋梁の中で腐食環境の厳しい箇所、あるいは部材エッジ部等の塗膜厚を確保しにくい箇所等への部分的な適用も期待されます。



亜鉛めっき用鋼

概要

橋梁における鋼材の防食法として、熔融亜鉛めっきが広く適用されています。熔融亜鉛めっきは高温の亜鉛浴に構造物を浸漬することにより行われますが、この際、以下のようなことが問題となります。

- 亜鉛めっき焼け(表面の変色)
- 亜鉛めっき割れ(亜鉛ぜい化割れ、高ひすみ割れ)

亜鉛めっき用鋼は、亜鉛めっき焼け、および亜鉛ぜい化割れに対する対策を施した鋼材です。

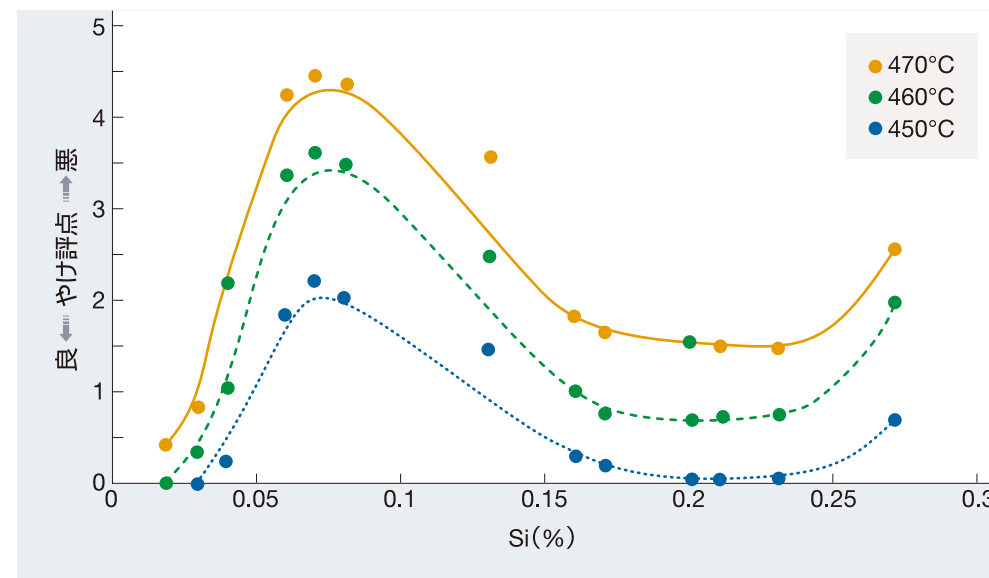
材料特性

① 亜鉛めっき焼け

亜鉛めっき焼けは、めっき温度と鋼中のSi量とが関係します(下図)。

この図より、鋼材としてはSi量を0.02%以下あるいは0.15~0.25%に調整すればよいことがわかります。

めっき焼け評点とSiの関係



② 亜鉛めっき割れ

溶接残留応力や亜鉛めっき中の熱応力により、熔融亜鉛中に溶接熱影響部の結晶粒界に亜鉛が侵入し、粒界の強度を低下させ、割れが発生することがあります。これを亜鉛ぜい化による割れといいます。

鋼材の亜鉛ぜい化特性と鋼材成分との関係が研究解明(式-②)されており、

成分パラメーター: S_{LM400} が、

570N/mm²級鋼では $S_{LM400} \geq 53\%$ ①

を満足すれば、亜鉛ぜい化割れを生じないことが判明しています。

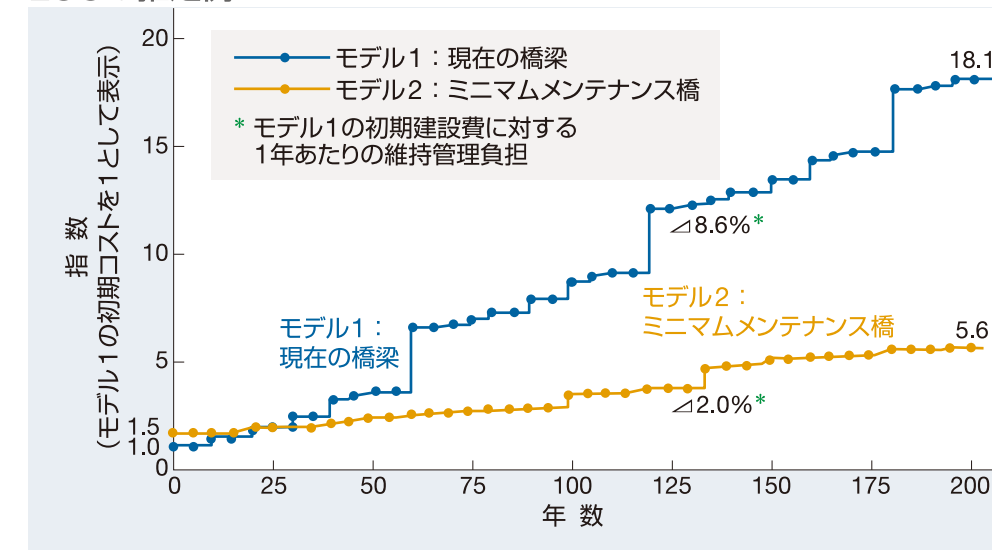
$S_{LM400} = 227 - 320C - 10Si - 76Mn - 50Cu - 30Ni - 92Cr - 88Mo - 220V - 200Nb + 200Ti$ ②

式-②において、①を満足する成分とすることで、亜鉛ぜい化特性を改善した鋼材を製造することが可能です。

効果

鋼橋の防食法として亜鉛めっきを用いれば、塗装の塗り替えなどのメンテナンスコストを大幅に低減でき、ライフサイクルコスト(LCC)の縮減が可能になります。

LCCの推定例



LCCの試算条件

	モデル1		モデル2	
架換えサイクル	60年		200年	
塗装(塗膜)	塩化ゴム系塗料	15年	亜鉛めっき	130年
塗替え	塩化ゴム系塗料	15年	亜鉛溶射	70年
床版	RC床版	40年	PC床版	200年
床版補修	部分補修 建設後20年	20年	継目部補修	50年
支承	鋼製支承	30年	ゴム支承	100年
伸縮装置	従来仕様	10年	ミニマムメンテナンス仕様	20年
舗装	普通アスファルト	10年	改質アスファルト	15年
防水層	シート防水(舗装のサイクル)	10年	シート防水(舗装のサイクル)	15年
防水層更新	塗膜防水(舗装のサイクル)	10年	塗膜防水(舗装のサイクル)	15年

(「西川和廣: ライフサイクルコストを最小にするミニマムメンテナンス橋の提案 橋梁と基礎 1997.8」より)

適用例

亜鉛めっきを施した橋梁の例



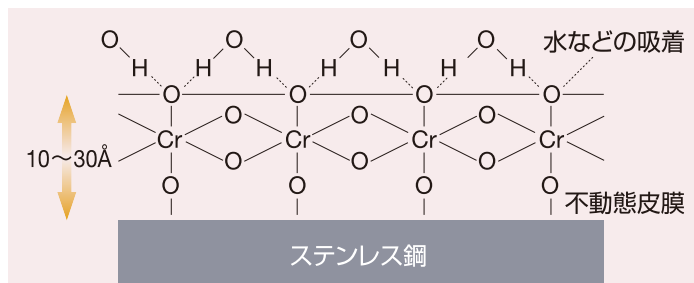
ステンレス鋼

概要

ステンレス鋼を使えば、耐食性に優れた構造物を作ることができます。

ステンレス鋼は、酸化しやすいCrを添加元素として12%以上加え、表面に安定した不動態皮膜を生成することにより耐食性を高めています。この皮膜は表面キズなどにより破壊されても、Crイオンによりすぐ修復する利点があります。

ステンレス鋼の不動態皮膜

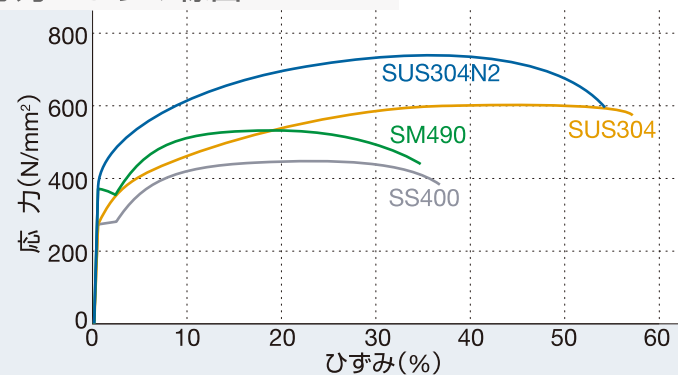


材料特性

構造材料として用いられるステンレス鋼には、以下の3種類があります。

- ① SUS304 (SS400級強度)
- ② SUS316 (SS400級強度+高耐食性)
- ③ SUS304N2 (SM490級強度)

応力-ひずみ線図



SUS304の物理的特性

鋼 種	SUS304	軟 鋼	SUS304 / 軟鋼
密度 g/cm³	7.93	7.86	1.01
比電気抵抗 μΩ-cm(室温)	72	19.5	3.69
磁性	なし	あり	—
比熱 cal/g/°C(0 ~ 100°C)	0.12	0.116	1.03
線膨張係数 × 10 ⁻⁶ /°C	17.3	11.7	1.48
熱伝導率 ×10 ⁻² cal/cm/sec/°C(100°C)	3.89	11.9	0.33
ヤング率 E tf/cm²	1970	2110	0.93
せん断弾性係数 G tf/cm²	758	840	0.90
ポアソン比	0.3	0.3	1.00

また、オーステナイトとフェライトの二相組織とし、SUS304やSUS316と同等あるいは同等以上の耐食性を有し、強度が2倍の二相系ステンレス鋼 (ASTM S82122、SUS329J3Lなど) もあります。

適用例

建築分野では、優れた耐食性と意匠性が注目されており、構造部材にも使用されています。建築分野のほか、欧米やアジアでは橋梁にも採用されています。



写真提供：愛知製鋼株式会社

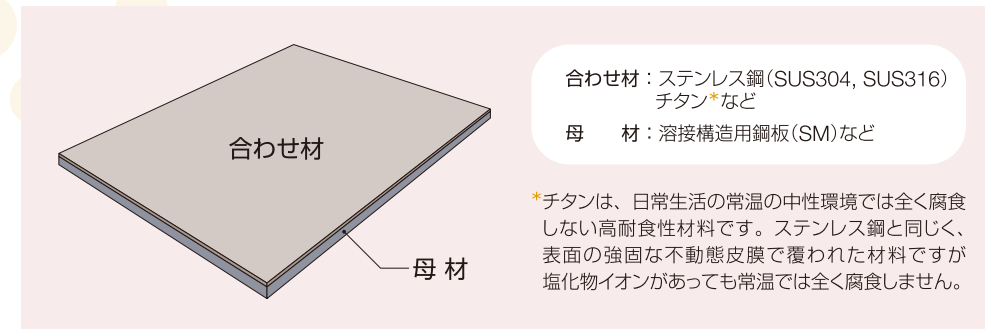
クラッド鋼

概要

図のように、鋼に異種金属を層状に接合したものをクラッド鋼といいます。クラッド鋼の目的は単一の素材にない優れた機能性と経済性とを両立することにあります。

合わせ材にステンレス、チタンなどの耐食性に優れた材料を用い、強度は母材の鋼で持たせることによって、トータルとして経済的な材料とすることができます。

クラッド鋼の略図



適用例

ステンレスクラッド鋼

従来、ダム・水門施設や圧力容器などの適用実績がありますが、近年では、橋梁本体への適用も検討されています。



橋梁箱桁の実物大パイロットメンバー
(表面の光沢が異なるのは、表面処理法による外観の差異を調査したもの)

チタンクラッド鋼

チタンは高価ですが、チタンクラッド鋼として利用すれば、将来のメンテナンス費用が大幅に低減できます。



鋼製橋脚の飛沫・干満帯部の鋼材をチタンクラッド鋼で被覆した例

LP鋼板(テーパプレート)

概要

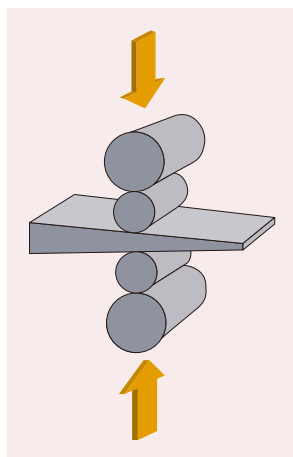
LP鋼板(Longitudinally Profiled Steel Plate)とは、長手方向に直線的に板厚を変化させた鋼板であり、最近の厚板圧延技術の進歩により、製造が可能となりました。

LP鋼板を構造物に用いると、溶接箇所の減少や重量低減などによるコスト削減が可能となります。

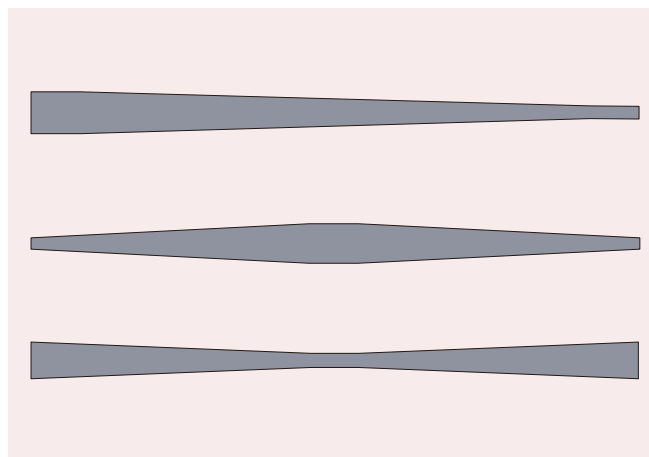
材料特性

① 製造法

圧延法による
LP鋼板の製造



LP鋼板の基本形状(長手方向断面)



② LP鋼板の製造可能寸法

最大板厚差	: 25-30mm	最大勾配	: 4mm/m
最小薄部板厚	: 10-15mm	最大厚部板厚	: 100mm
全 長	: 6~25m	幅	: ≥ 1.5 m

③ LP鋼板への適用鋼材規格

JIS G 3101 SS400, JIS G 3106

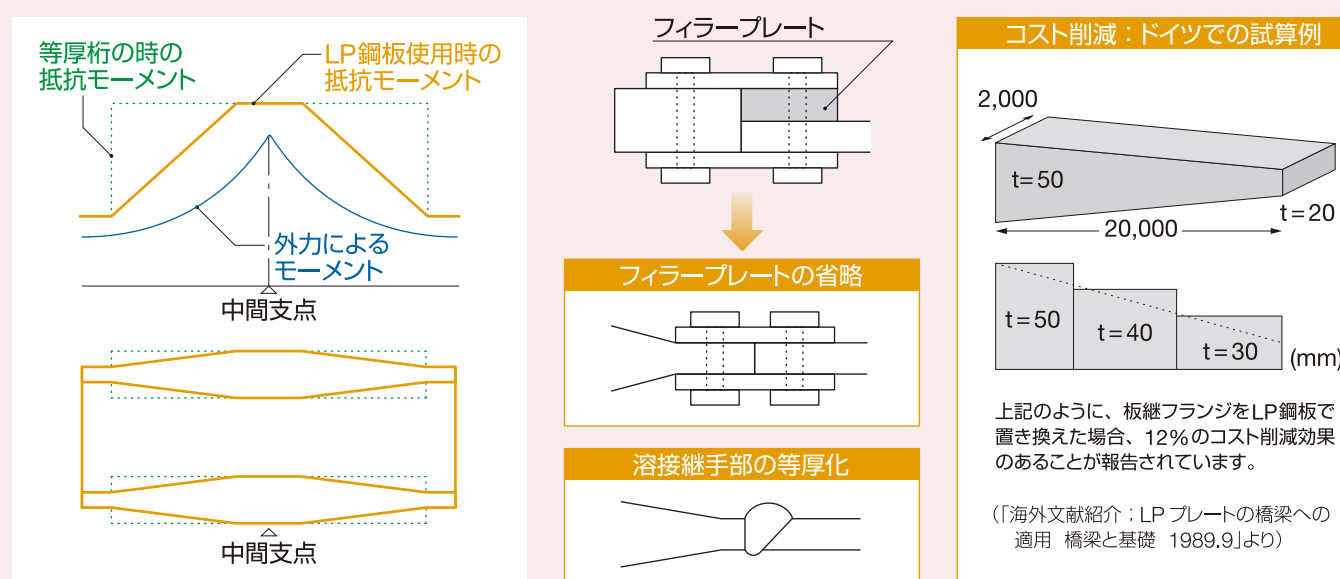
効果

● 必要断面力に応じた合理的な板厚構成

- ① 等厚設計桁に比べて、鋼材の重量を低減できます。
- ② 特に断面の大きな2主桁橋で、効果が大きくなります。

● 接合部の等厚化

- ① ボルト接合部でフィラープレートの省略ができます。
- ② 溶接継手部のテーパ加工が不要となります。



適用例

桁フランジへのLP鋼板の適用例(イメージ)を示します。



橋梁用高強度ワイヤ

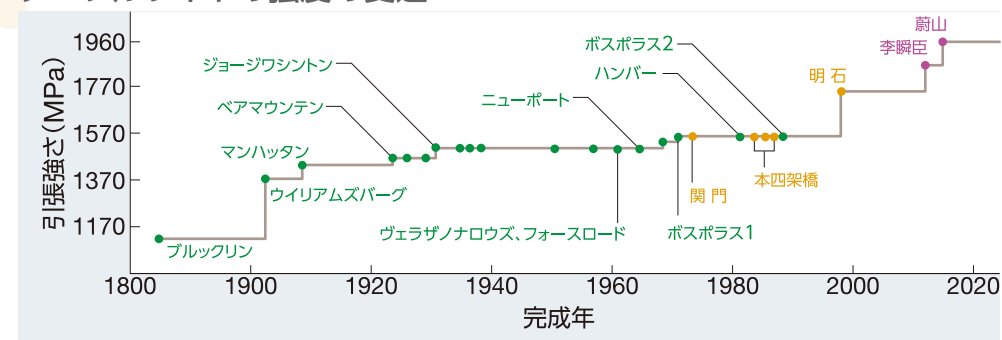
概要

長大吊橋では、スパン長の増加に伴って自重が増加し、同じ強度のケーブルを用いた場合、必要なケーブル断面は大きくなっていきます。

長大吊橋のメインケーブルに高強度のワイヤを用いれば、ケーブル断面が減少し、架設工事の効率化、主塔高さの低減や補剛構造の簡素化が実現できます。

セータースパン1991mの明石海峡大橋では、従来の橋梁ケーブル用亜鉛めっきワイヤ(1570MPa)よりも引張強さが200MPa(20kgf/mm²)高い1770MPa(180kgf/mm²)ワイヤが開発され、実用に供されています。近年では更なる高強度ワイヤが開発され、1960MPa級の高い強度を実現しています。

ケーブルワイヤの強度の変遷

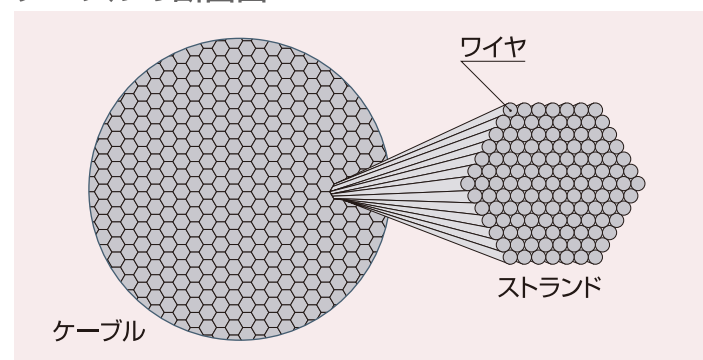


材料特性

高強度ワイヤは、1570MPa級ワイヤに比べてC、Siを適正に増量した低合金鋼とすることにより、引張強さを200～400MPa上昇させています。

高強度ワイヤは強度が高いだけでなく、じん性や疲労、架設時の取扱性についても、1570MPa級ワイヤと同等あるいはそれ以上の品質を有しています。

ケーブルの断面図



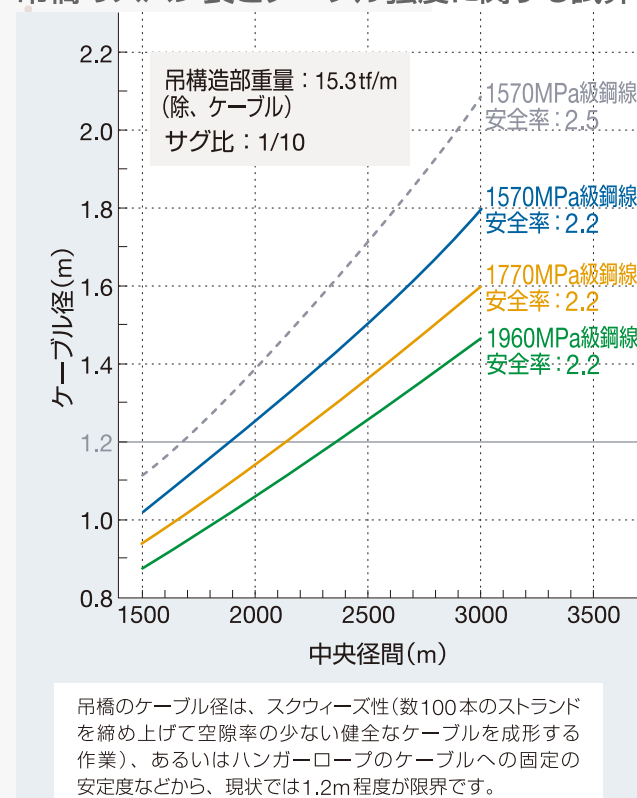
ケーブル用ワイヤの主要特性比較

項 目			1570MPa級	1770MPa級	1960MPa級
線 材	主成分	C(%)	0.75 ～ 0.80	0.80 ～ 0.85	0.90 ～ 0.95
		Si(%)	0.12 ～ 0.32	0.80 ～ 1.00	1.00 ～ 1.20
		Mn(%)	0.60 ～ 0.90	0.60 ～ 0.90	0.30 ～ 0.60
亜鉛めっきワイヤ	機械的性質	引張強さ(MPa)	1570 ～ 1770	1770 ～ 1960	1960 ～ 2150
		耐力(MPa)	≧ 1160(0.7%全伸び)	≧ 1370(0.8%全伸び)	≧ 1470(0.2%オフセット)
		伸び(%)	≧ 4	≧ 4	≧ 4
		巻き付け(3d)	折損なし	折損なし	折損なし
		ねじり(回)	≧ 14	≧ 14	≧ 14
	Zn付着量(g/m ²)		≧ 300	≧ 300	≧ 300
	Zn付着性(5d 巻き付け)		剥離なし	剥離なし	剥離なし
	フリーコイル径(m)		≧ 4	≧ 4	≧ 4

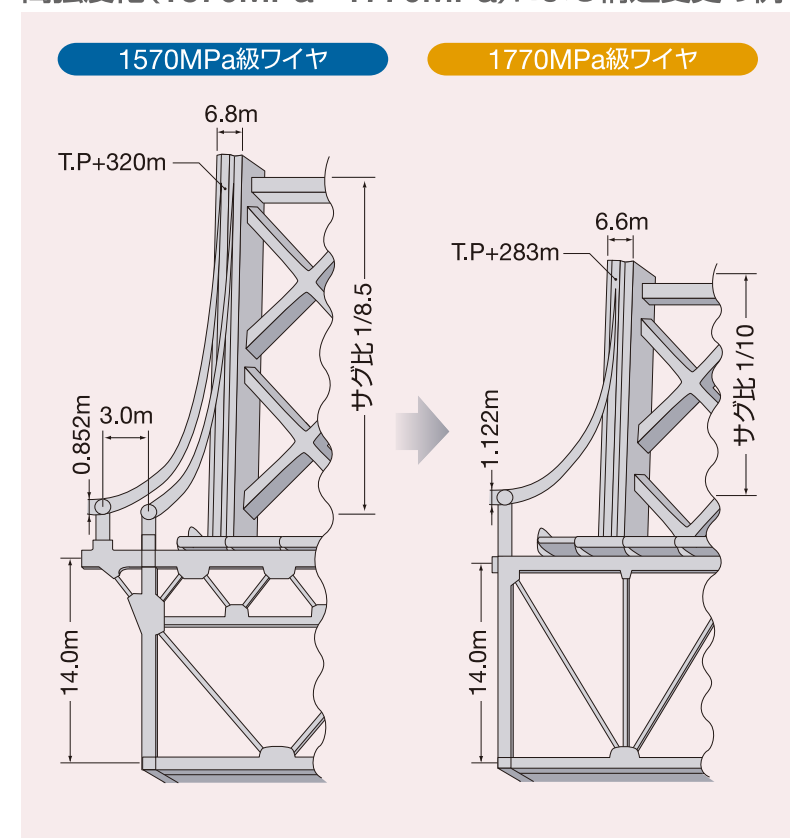
注:線径5mmの場合

効果

吊橋のスパン長とケーブル強度に関する試算



高強度化(1570MPa→1770MPa)による構造変更の例



適用例

明石海峡大橋では、1770MPa(180kgf/mm²)級ワイヤのほか、キャットウォーク用ロープとして1960MPa(200kgf/mm²)級ワイヤも使用されています。

明石海峡大橋(メインケーブル)



来島大橋(メインケーブル)



写真提供: 本州四国連絡橋公団

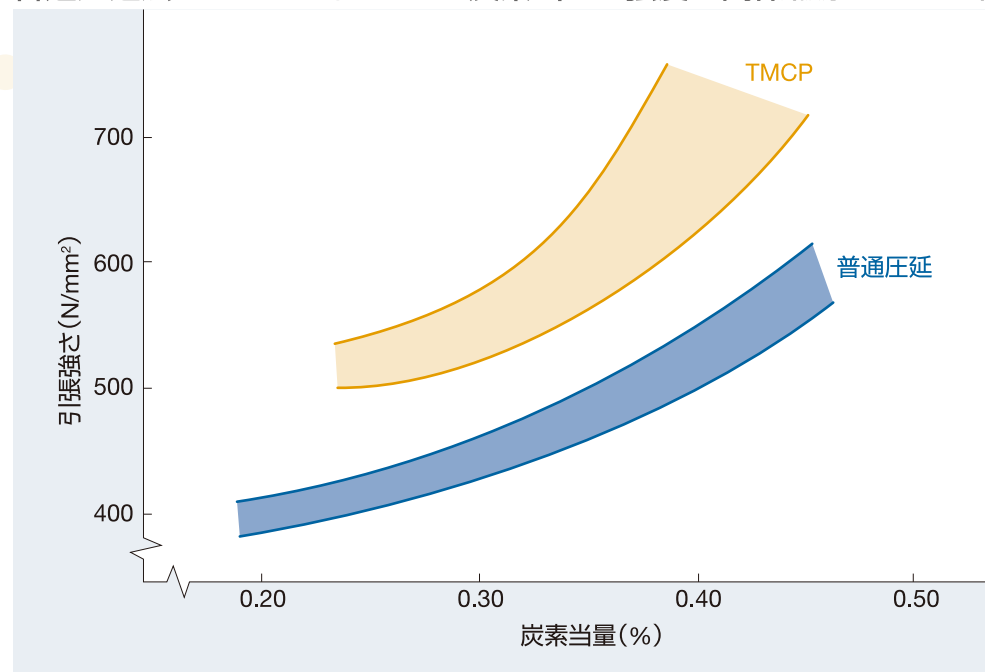
TMCP (Thermo-Mechanical Control Process)

概要

● TMCPとは

TMCPとは制御圧延と制御冷却の組合せを基本とした厚板の製造プロセス (Thermo-Mechanical Control Process) です。この方法により溶接性の指標となる炭素等量 (C_{eq}) や溶接割れ感受性組成 (P_{CM}) の大幅な低減が可能となるとともに、高強度鋼や高じん性鋼等の高性能鋼の製造が可能となります。

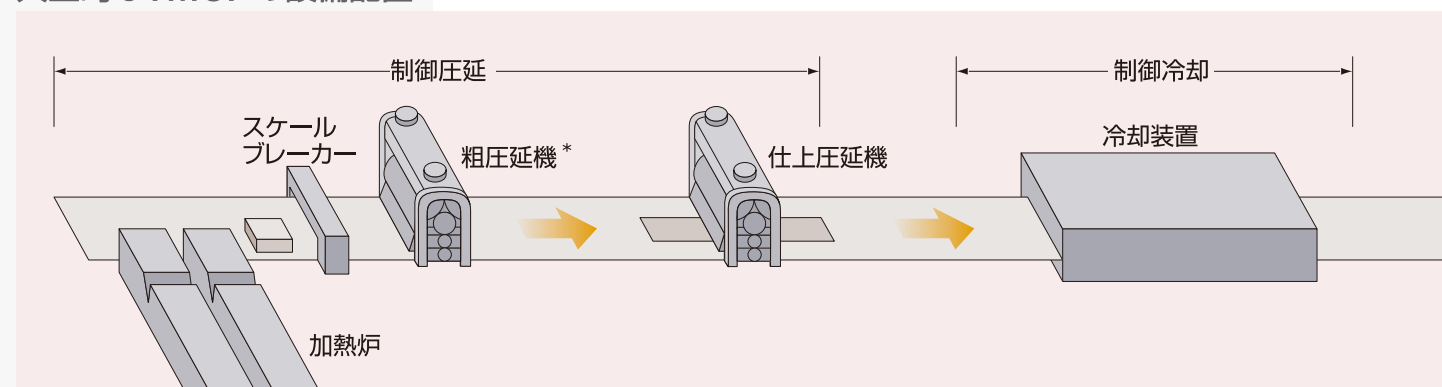
普通圧延法およびTMCPによる炭素当量と強度の関係 (板厚20～30mm)



● TMCPの設備

TMCP設備の概要を下図に示します。

典型的なTMCPの設備配置



*粗圧延機が無い場合もあります。

特長

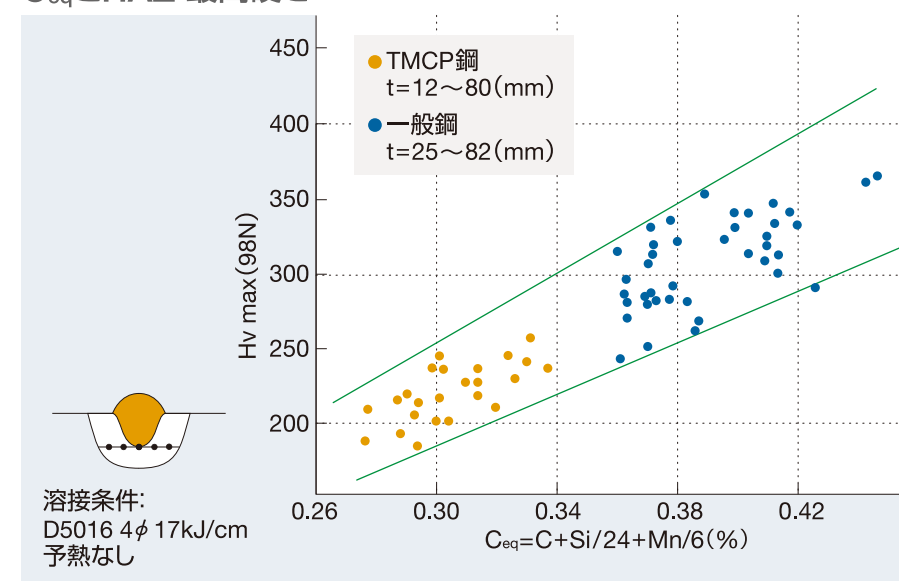
TMCP鋼板は低炭素当量化されていること、および制御圧延・制御冷却の適切な応用によって高じん性化されているため、次の特長を有しています。

● 鋼板のファブリケーティング上の特長

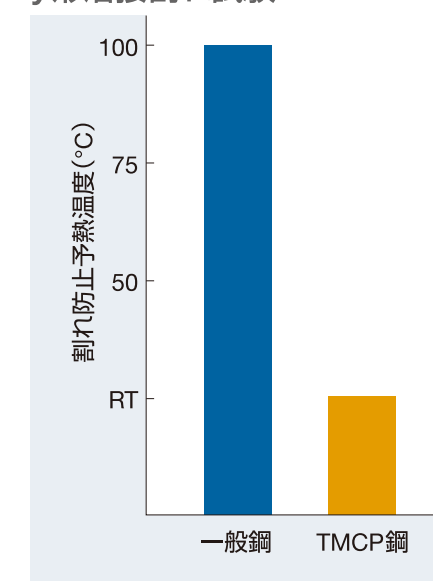
- ① 溶接性が飛躍的に向上します。
- ② 線状加熱後の材質変化が極めて少なくなります。
- ③ 溶接部の切欠じん性が改善されます。
- ④ 大入熱溶接によるHAZ軟化は実用上許容される範囲にとどまります。

● TMCPによる溶接性の向上例：炭素当量の大幅な低減が可能のため、優れた溶接性を得ることができます。

C_{eq} とHAZ 最高硬さ



y形溶接割れ試験



● 組織的特長

普通圧延に比べ、微細なフェライト・パーライト組織となっています。

490N/mm²級鋼の顕微鏡組織 (倍率×400)

